

# AHP를 이용한 철도종사자의 안전업무 수행도 평가에 관한 연구

류 시 옥\*

\*한중대학교 안전연구소

## A Study on Performance Evaluation about Safety Work of Railway Employees using AHP

Si Wook Ryu\*

\*Hanzhong University Safety Research Center

### Abstract

It is known that human factors account for 80 percent of all railway accidents. To reduce human errors must be the most efficient shortcut to railway safety. For public transportation employees like railway, the more delicate safety management should be executed in individual level. However, there are rarely efforts to improve safety performance of workers who are the subject operating the railway system.

This paper develops a hierarchy model to evaluate the human safety performance in railway industry. To evaluate the model, AHP (Analytic Hierarchy Process) methodology is adopted. The hierarchy model is composed of four levels which are objective, two criteria, specific factors of criteria, and rating scales. In addition, since employees for evaluation are over 10, the pairwise comparisons for rating scales are carried out by the absolute measurement.

We explore the applicability of AHP to the performance evaluation of railway safety workers by an example and also investigate the changes of alternatives that are railway employees according to the changes of human characteristic which is one of criteria.

Keywords : Safety Performance Evaluation, AHP, Railway Employee, Absolute Measurement

### 1. 서 론

철도시스템에서 전체 사고의 약 80%는 취급부주의와 같은 인적원인에 의해 발생한다고 한다. 그러나 아직까지도 철도시스템에서 이를 운영하는 주체인 인간의 안전 수행도를 제고하기 위한 노력은 미미하거나 분야에 따라 전무한 실정이다.

철도와 같은 대중교통시설의 안전관리 수준은 매우 근원적이고 철저해야 한다. 따라서 안전관리는 전사적인 차원에서 수행되어야 한다. 전사적인 안전관리는 종

사자 개개인의 안전관리 수행에 의해 좌우된다. 철도분야에서 인적오류는 사후의 관점이 아니라 사전에 관리되어야 하며 이를 줄이는 것은 철도사고의 예방으로 이어질 것이다.

본 연구는 철도종사자의 안전업무에 대한 수행도를 평가하기 위해 세부기준을 마련하고 이를 측정할 수 있는 계층적 모형을 제시하고 이를 평가하는 방법으로 AHP(Analytic Hierarchy Process)를 사용하여 분석을 시도한다.

† 이 논문은 2005년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음. (KRF-2005-050-D00021)

2007년 7월 접수; 2007년 8월 수정본 접수; 2007년 8월 게재확정

그리고 철도안전 관리자가 철도종사자 개개인의 인적요인을 관리하는데 인적요소를 계량화하고 종합적으로 판단할 수 있게 함으로써 실질적인 의사결정을 지원하는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

대안의 평가에서 기준이 여러 개이고 정성적인 기준이 포함되어 의사결정자의 주관이나 경험에 근거한 의사결정을 할 수 있는 도구로 AHP가 적합하다고 알려져 있다[8].

AHP 기법은 안전 분야에서도 여러 연구를 통해 널리 사용되어 왔다[1, 2, 3, 4]. 한편, 철도에서도 AHP를 안전 분야에 응용하는 연구들이 수행되어 왔는데, 지하철이나 고속철도에서 사고의 규모를 대안으로 놓고 중대성, 반복성, 안정성, 경제성, 사회성의 기준에 대해 쌍대비교를 통해 사고규모에 따른 안전성을 비교하는 연구와 철도사고에서 동일선로 이선진입 사건이 발생하는 원인을 쌍대비교를 통해 분석을 시도하는 연구들이 있었다[5, 6, 7].

그러나 철도안전에 대한 연구들을 보면 AHP를 철도안전 분야에 적용하는데 있어 평가기준이나 대안의 유용성이 부족하여 비교적 단순한 분석을 수행함으로써 철도안전 분야에 AHP 기법의 적용을 시도하는 수준에 머물러 있으며 철도종사자의 개인 차원에서 안전업무를 수행한 결과를 분석한 연구는 없는 실정이다. 따라서 철도의 안전성을 인적요인을 보다 체계적으로 관리하는 차원에서 다계층적인 구조의 평가모형을 개발하고 이를 분석하는 방안의 마련이 절실하다 하겠다.

본 연구에서는 철도안전업무 종사자의 안전업무 수행도를 평가하기 위해 세부평가기준을 마련하고 이를 분석하는 방법론을 AHP를 통해 제안하고 그 사용의 가능성을 제안하고자 한다.

## 2. AHP 기법의 적용

### 2.1 AHP 분석기법의 개요

AHP 기법은 의사결정 문제가 다수의 평가기준과 대안으로 주어져 있는 경우 평가기준들을 계층적으로 나타내고 항목들의 중요도를 결정하는 다기준 의사결정 기법의 하나이다[8].

AHP 기법은 그동안 의사결정분야에서 다루기 곤란했던 정성적인 기준도 쌍대비교라는 정량적인 방법으로 평가할 수 있게 하여 문제를 일관성 있게 해결하게 한다. 대안간의 비교에 있어서도 정해진 기준 하에 일관성을 유지하며 평가하여 가장 우선순위가 높은 대안을 찾게 해 준다. 그러나 AHP 기법은 대안의 수가 너무 많으면 쌍대비교의 횟수가 기하급수적으로 증가하

기 때문에 상대측정이 불가능하여 실질적으로 AHP를 적용하기가 어렵게 된다. 따라서 대개 쌍대비교가 곤란하다고 알려져 있는 10개 이상의 대안의 수인 경우에는 평가기준에 따라 절대비교를 통한 절대측정방식을 취하는 것이 바람직하다[9].

본 연구에서는 대안은 철도안전업무 종사자에 대한 평가이므로 종사자가 대안이 된다. 철도안전업무 종사자의 평가는 10여명 이하의 수준에서 이루어지는 것이 아니라 수 백 명 이상이 참여할 수 있기 때문에 이들을 평가하는 AHP 체계는 절대측정법을 이용한 평가방법으로 개발하여야 한다.

따라서 본 연구에서는 먼저 기준 간은 쌍대비교를 통해 가중치를 결정하고 각 세부기준의 평가항목은 등급척도(rating scale)를 통해 정규화시킨 후 대안의 평가를 수행하게 된다. 절대측정을 이용한 평가절차는 다음과 같은 단계를 거친다.

단계 1. 계층구조를 형성하고 평가항목 각각에 대해 등급척도를 명시한다.

단계 2. 평가기준 간의 쌍대비교를 수행한다.

단계 3. 주어진 세부 평가항목에 대해 등급척도 간의 쌍대비교를 수행한다.

단계 4. 평가기준의 상대적 중요도와 등급척도의 상대적 중요도를 곱하여 등급척도에 대한 최종적인 상대적 중요도를 도출한다.

단계 5. 등급척도 간의 우선순위를 각 기준에 대해 가장 큰 값으로 나누어 이상적 모드(ideal mode)로 만든다.

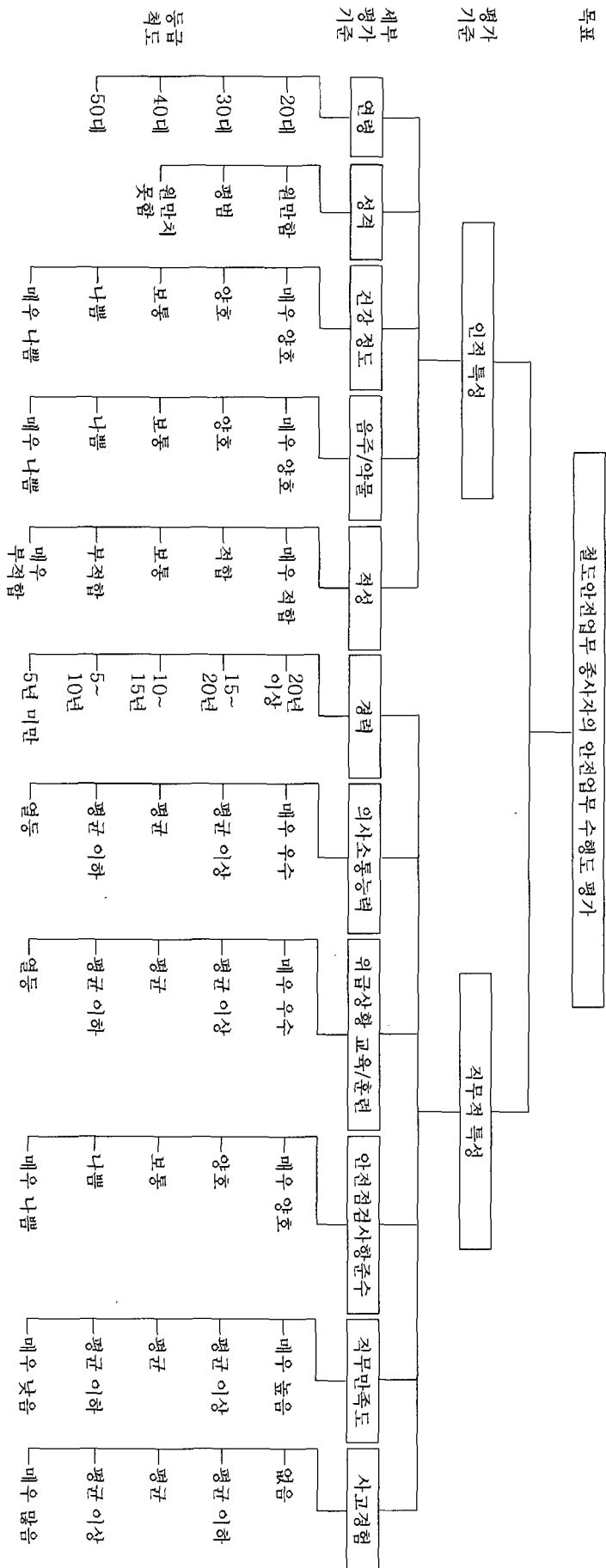
단계 6. 대안 각각에 대해 각 기준별 등급을 부여하고 대안에 대해 최종적인 중요도를 도출한다.

이 때, 평가기준과 평가항목 그리고 등급척도 간의 쌍대비교를 수행할 때 논리적 일관성을 검증하기 위하여 일관성 비율(consistency ratio: CR)의 개념을 사용하는데, CR은 다음과 같이 정의된 일관성 지수(consistency index: CI)값을 무작위지표(random index: RI)로 나눈 값을 의미한다.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

(단,  $\lambda_{\max}$ 는 비교행렬의 최대 고유행렬값,  $n$ 은 쌍대비교 개수)

이 CR값이 0.1이내인 경우, 쌍대비교로 도출된 순위값이 신뢰할 수 있는 결과로 인정하고 있다. 본 연구에서도 CR값이 0.1이내의 쌍대비교 결과에 대하여 데이터의 기하평균을 구하고, 이를 다시 정규화하는 과정을 거쳐 대안평가를 수행하였다.



<그림 1> 철도종사자의 안전업무 수행도 평가를 위한 AHP 계층모형

### 2.2 평가모형 구축

철도안전업무 종사자에는 철도 기관사, 역무원, 철도 사령원, 선로보수원 등이 있다. 가장 먼저 이들의 안전 업무 수행도에 대한 평가를 수행하기 위한 AHP 계층 모형을 <그림 1>과 같이 수립하였다.

평가모형을 기준에 따라 분류하고 계층화하는 것은 각 계층 간의 관계를 이해하고 이를 평가하는 과정에서 계층적인 정보를 반영하여 문제를 해결하고자 함에 있다. 본 연구에서는 철도안전업무 종사자들의 평가를 위해 <그림 1>과 같이 제시된 계층모형을 개발하였는데 이를 보면 크게 네 개의 계층으로 구성되어 있다.

첫 번째 계층은 목표로서 철도안전업무 종사자의 안전 업무 수행도 평가를 목표로 나타내고 있다. 두 번째 계층은 기준으로 '인적 특성'과 '직무적 특성'으로 구성되어 있다. 세 번째 계층에서는 두 특성요인을 구성하는 세부적 기준들이 있는데, '인적 특성'에는 연령, 성격, 건강 정도, 음주/약물, 적성의 다섯 개로 구성되어 있으며, '직무적 특성'에는 경력, 의사소통 능력, 위급상황 교육/훈련, 안전점검사항준수, 직무만족도, 사고경험의 6개로 구성되어 있다.

여기서 주의할 점은 각 특성요인을 구성하는 세부적 기준을 나누는 표준적인 분류체계를 개발한다거나 모든 평가항목을 반영하는 분류체계를 개발한다는 것은 거의 불가능하다는 것이다. 그리고 종사자 개개인에 동일한 근무여건이나 환경과 관련된 세부 사항들은 분류 체계에서 제외하여야 한다.

예를 들어 교대근무, 작업의 난이도, 환경적 요인, 조직적 요인은 모두 동일하게 작용하기 때문에 개인의 평가에 있어서는 제외하여야 할 것이다. 본 연구는 철도안전업무 종사자의 안전업무 수행도에 영향을 미치는 평가항목들을 '인적 특성'과 '직무적 특성'이라는 두 관점에서 분류하고자 노력하였다.

### 3. 적용예제 및 민감도 분석

### 3.1 상대적 중요도의 측정

단계 1에 따라 <그림 1>과 같이 철도종사자 평가를 위한 의사결정 계층모형을 구축하였다. 세부 평가항목에 대해서는 등급척도를 부여하였는데, 예를 들어 '연령'의 경우 실제 나이가 20대, 30대, 40대, 50대에 속하는지에 따라 등급화하였고, '건강정도'는 매우 양호, 양호, 보통, 나쁨, 매우 나쁨의 5단계로 등급화하였다. 나머지 세부항목들도 같은 요령으로 등급화하였다.

이하에서는 단계 1에서 제시된 계층모형에 대해 기준이나 세부 평가항목, 등급척도 간의 쌍대비교를 통해 각각의 상대적 중요도를 산출하는 과정을 소개한다. 쌍대비교행렬은 실제 평가의 어려움으로 인하여 안전분야를 전공한 연구자들과 '그룹평가방법'을 통하여 단일의 쌍대비교행렬 값을 구하였다. 이 때, 상대적 비교는 Saaty가 제안한 9점 척도를 사용하였다.

먼저, '인적 특성'과 '직무적 특성'의 가중치는 0.4와 0.6으로 설정한다. 다음으로 각 특성요인 내에서 세부 평가항목 간의 상대적 중요도를 구한다. <표 1>은 '인적 특성'에서 각 세부 평가항목 간의 상대적 중요도를 구하는 과정을 표로 요약하였으며, <표 2>는 '직무적 특성'에 대해 각 세부 평가항목 간의 쌍대비교와 그 상대적 중요도를 구하는 과정을 요약하고 있다. 이 때, <표 1>의 쌍대비교행렬의 CR값은 0.08, <표 2>의 쌍대비교행렬의 CR값은 0.035로 모두 0.1보다 작으므로 두 쌍대비교행렬은 모두 일관성이 있다고 할 수 있다.

<표 1> '인적 특성'에서 세부 평가항목에 대한 쌍대비교행렬과 상대적 중요도

	연령	성격	건강 정도	음주/약물	적성	상대적 중요도
연령	1	3	1/3	1/4	1/3	0.098
성격	1/3	1	1/3	1/4	1/5	0.057
건강정도	3	3	1	3	1/2	0.288
음주/약물	4	4	1/3	1	1/2	0.201
적성	3	5	2	2	1	0.357
CR=0.08						

<표 2> '직무적 특성'에서 세부 평가항목에 대한 쌍대비교행렬과 상대적 중요도

	경력	의사소통 능력	위급상황 교육/훈련	안전점검 사항준수	직무만족도	사고경험	상대적 중요도
경력	1	2	1/3	1/4	1/2	1/3	0.074
의사소통능력	1/2	1	1/3	1/5	1	1/4	0.060
위급상황 교육/훈련	3	3	1	1/2	4	2	0.240
안전점검사항준수	4	5	2	1	4	3	0.368
직무만족도	2	1	1/4	1/4	1	1/3	0.079
사고경험	3	4	1/2	1/3	3	1	0.179
CR=0.035							

다음으로 단계 3에서 제시된 것과 같이 각 세부 평가항목에 대한 등급척도를 쌍대비교를 통하여 그 상대적 중요도를 구한다. '연령'의 경우 쌍대비교행렬을 구하고 상대적 중요도를 구한 예가 <표 3>과 같다. 나머지 경우들도 유사한 과정을 거쳐 상대적 중요도를 구할 수 있다.

<표 4>는 모든 세부 평가항목의 등급척도들에 대해 상대적 중요도를 구하고 이를 평가기준과 세부 평가항목 간에 구해진 가중치를 곱한 결과를 보여주고 있다.

<표 3> '연령'의 등급척도에 대한 쌍대비교행렬과 상대적 중요도

연령	20대	30대	40대	50대	상대적 중요도
20대	1	1/2	1/3	1	0.151
30대	2	1	2	2	0.389
40대	3	1/2	1	1	0.266
50대	1	1/2	1	1	0.194
CR=0.051					

한편, 등급척도에 대한 우선순위를 이상적 모드(ideal mode)로 만들기 위해 <표 4>의 각 세부 평가항목의 등급척도에서 가장 큰 가중치 값으로 각 가중치를 나누어 정규화된 우선순위를 구하여 <표 5>와 같이 정리하였다.

### 3.2 철도종사자의 안전수행도의 평가

위와 같이 구한 각 세부 평가항목에 대한 등급척도의 정규화된 값은 각 철도안전업무 종사자에 대한 전체 비율척도점수에 가중되어 더해지게 된다. 본 연구에서는 실제 철도종사자에 대한 평가가 곤란하므로 가상의 데이터를 <표 6>과 같이 가정하였다.

이 표에는 다섯 명의 철도종사자에 대한 세부 평가항목에 대한 등급척도에 대한 정보가 요약되어 있다.

다섯 명에 대한 등급에 대한 정보로부터 <표 4>의 등급척도 난에서 가중치를 찾고 이를 대분류 평가기준과 세부 평가항목의 정규화된 상대적 중요도를 곱한 후 모든 세부 평가항목에 대해 더하여 최종 가중치를 구하게 된다.

이 때 철도안전업무 관리자는 각 종사자의 최종 가중치를 보고 안전업무 수행도를 판단할 수 있게 되며 이 결과는 개별적으로 부족한 부분을 발견하고 이를 안전업무 수행도를 높이는 방안을 마련할 수 있는 기초자료가 될 것이다. <표 6>에서 종사자 A를 예로 들면 최종 가중치는 다음과 같이 계산되었다.

$$\text{종사자 A: } 0.654 = (\text{인적특성}(0.4) \times \text{연령}(0.098) \times 30\text{대}(1.0) + \text{인적특성}(0.4) \times \text{성격}(0.057) \times \text{원만함}(1.0) + \dots + \text{인적특성}(0.4) \times \text{적성}(0.357) \times \text{적합}(0.787) + \text{직무적 특성}(0.6) \times \text{경력}(0.074) \times 8\text{년}(0.524) + \dots + \text{직무적 특성}(0.6) \times \text{사고경험}(0.179) \times \text{없음}(0.004))$$

<표 5> 등급척도의 이상적 모드로의 변환

등급척도	정규화된 우선순위	등급척도	정규화된 우선순위
B1C1	0.388	B6C27	0.351
B1C2	1.000	B7C28	1.000
B1C3	0.684	B7C29	0.707
B1C4	0.499	B7C30	0.546
B2C5	1.000	B7C31	0.408
B2C6	0.355	B7C32	0.213
B2C7	0.188	B8C33	1.000
B3C8	1.000	B8C34	0.447
B3C9	0.639	B8C35	0.264
B3C10	0.375	B8C36	0.010
B3C11	0.192	B8C37	0.003
B3C12	0.136	B9C38	1.000
B4C13	1.000	B9C39	0.369
B4C14	0.544	B9C40	0.276
B4C15	0.201	B9C41	0.012
B4C16	0.020	B9C42	0.005
B4C17	0.014	B10C43	1.000
B5C18	1.000	B10C44	0.417
B5C19	0.787	B10C45	0.272
B5C20	0.650	B10C46	0.022
B5C21	0.232	B10C47	0.010
B5C22	0.063	B11C48	1.000
B6C23	1.000	B11C49	0.447
B6C24	0.780	B11C50	0.375
B6C25	0.723	B11C51	0.013
B6C26	0.524	B11C52	0.004

<표 6> 철도종사자의 절대측정을 위한 평가예제

평가항목	A	B	C	D	E
B1	30대	40대	40대	40대	50대
B2	원만함	평범	평범	원만함	원만함
B3	매우 양호	양호	나쁨	매우 양호	보통
B4	나쁨	보통	나쁨	매우 양호	나쁨
B5	적합	매우 적합	적합	매우 적합	적합
B6	8년	14년	17년	20년	24년
B7	평균 이상	평균 이상	평균	매우 우수	평균
B8	평균 이상	평균	평균	평균 이상	평균 이하
B9	양호	매우 양호	보통	양호	나쁨
B10	매우 높음	평균 이상	평균	매우 높음	평균 이상
B11	없음	없음	평균 이하	없음	평균
가중치	0.654	0.711	0.384	0.769	0.328

<표 4> 계층적 가중치의 계산결과

목적	평가기준	세부평가기준	등급척도	가중치(중요도)
철도안전업무 종사자의 안전업무 수행도 평가	A1. 인적 특성 (0.40)	B1. 연령 (0.098)	C1. 20대(0.151)	0.0059
			C2. 30대(0.389)	0.0152
			C3. 40대(0.266)	0.0104
			C4. 50대(0.194)	0.0076
		B2. 성격 (0.057)	C5. 원만함(0.648)	0.0148
			C6. 평범(0.230)	0.0052
			C7. 원만치 못함(0.122)	0.0028
		B3. 건강정도 (0.288)	C8. 매우 양호(0.427)	0.0492
			C9. 양호(0.273)	0.0314
			C10. 보통(0.160)	0.0184
			C11. 나쁨(0.082)	0.0094
			C12. 매우 나쁨(0.058)	0.0067
			C13. 매우 양호(0.562)	0.0452
		B4. 음주/약물 (0.201)	C14. 양호(0.306)	0.0246
			C15. 보통(0.113)	0.0091
			C16. 나쁨(0.011)	0.0009
			C17. 매우 나쁨(0.008)	0.0006
			C18. 매우 적합(0.366)	0.0523
			C19. 적합(0.288)	0.0411
		B5. 적성 (0.357)	C20. 보통(0.238)	0.0340
	C21. 부적합(0.085)		0.0121	
	C22. 매우 부적합(0.023)		0.0033	
	C23. 20년 이상(0.296)		0.0131	
	C24. 15~20년(0.231)		0.0103	
	C25. 10~15년(0.214)		0.0095	
	B6. 경력 (0.074)	C26. 5~10년(0.155)	0.0069	
		C27. 5년 미만(0.104)	0.0046	
		C28. 매우 우수(0.348)	0.0125	
		C29. 평균 이상(0.246)	0.0089	
		C30. 평균(0.190)	0.0068	
		C31. 평균 이하(0.142)	0.0051	
		C32. 열등(0.074)	0.0027	
		C33. 매우 우수(0.580)	0.0835	
		C34. 평균 이상(0.259)	0.0373	
		C35. 평균(0.153)	0.0220	
		C36. 평균 이하(0.006)	0.0009	
	B7. 의사소통능력 (0.060)	C37. 열등(0.002)	0.0003	
		C38. 매우 양호(0.602)	0.1329	
		C39. 양호(0.222)	0.0490	
		C40. 보통(0.166)	0.0367	
	B8. 위급상황 교육/훈련 (0.240)	C41. 나쁨(0.007)	0.0015	
		C42. 매우 나쁨(0.003)	0.0007	
		C43. 매우 높음(0.581)	0.0275	
		C44. 평균 이상(0.242)	0.0115	
	B9. 안전점검 사항준수 (0.368)	C45. 평균(0.158)	0.0075	
		C46. 평균 이하(0.013)	0.0006	
		C47. 매우 낮음(0.006)	0.0003	
		C48. 없음(0.544)	0.0584	
	B10. 직무만족도 (0.079)	C49. 평균 이하(0.243)	0.0261	
		C50. 평균(0.204)	0.0219	
		C51. 평균 이상(0.007)	0.0008	
		C52. 매우 많음(0.002)	0.0002	
B11. 사고경험 (0.179)				

### 3.3 민감도 분석

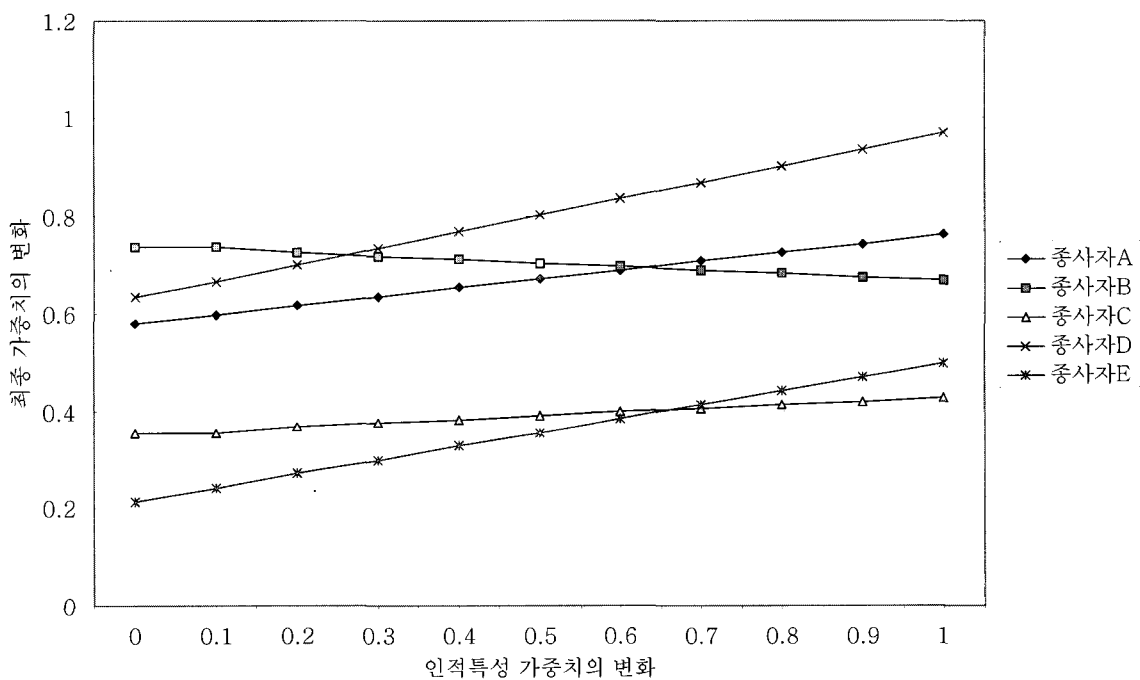
AHP 계층모형을 평가하는 과정에서 상위 평가기준으로 사용한 ‘인적 특성’과 ‘직무적 특성’의 가중치를 각각 0.4와 0.6으로 두고 평가하였으나, 이 값은 상황과 의사결정자의 주관에 따라 달라질 수 있다.

따라서 이 값들의 변화를 탐색해 봄으로써 철도종사자의 안전수행도 평가에 어떤 변화가 발생하는가를 파악할 수 있다.

<그림 2>는 ‘인적 특성’의 가중치를 변화시킴으로써

철도종사자들의 최종 가중치가 어떻게 변해 가는가를 보여주고 있다. 이를 보면, 현재의 상황에서는 종사자 D가 가장 높은 가중치를 가지고 있으나 ‘인적 특성’보다 ‘직무적 특성’의 가중치가 더 커지면 종사자 B의 가중치가 더 커지는 것을 알 수 있다.

그리고 현재 수준에서 종사자 E가 가장 낮은 가중치를 갖는 것으로 나타났으나, ‘인적 특성’의 가중치가 커지면 종사자 C가 가장 낮은 가중치를 갖게 되는 것을 확인할 수 있다.



<그림 2> 인적특성 가중치의 변화에 따른 최종 가중치의 변화

### 4. 결론

본 연구는 철도안전업무 종사자의 안전 수행도 평가를 위해 계층모형을 수립하고 이를 AHP를 통해 분석을 시도하였다. 대안 즉, 평가받는 종사자의 수가 많은 것이 일반적이므로 세부 평가항목은 절대측정에 의해 평가할 수 있도록 등급척도로써 모형을 수립하였다.

먼저, 평가기준을 위한 대분류를 ‘인적 특성’과 ‘직무적 특성’으로 정하고 top-down 방식으로 세부 평가항목을 설정하고 등급척도를 구성하였다. 구현된 모형은 안전분야 전문가들과의 그룹평가를 통하여 수립된 쌍대비교행렬을 작성하였고 이를 통해 예제로 주어진 철도안전종사자들의 분석을 시도하였다.

본 연구를 통해 철도안전업무 종사자들의 안전업무 수행도를 평가할 수 있는 기본적인 분류체계를 제시하였고 이는 향후 인적관리 차원에서 활용이 가능할 것으로 본다. 그리고 수립된 다계층구조의 평가모형은 Expert Choice를 통해 용이하게 분석할 수 있도록 시스템을 구축하였다.

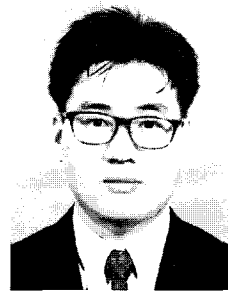
마지막으로, 본 연구의 결과는 철도산업에만 한정되는 것이 아니라 다른 대중교통, 특히 대량의 수송을 담당하는 항공기나 고속버스 등에서도 유용하게 응용될 수 있으리라 사료된다.

## 5. 참고 문헌

- [1] 양광모, 이병기, 강경식, “제조업 공정 안전을 위한 평가기법 제안 연구”, 대한안전경영과학회지, 제7권, 제4호, pp. 27-37, 2005.
- [2] 박배진, 김영민, “AHP를 이용한 기계사고의 원인분석과 대책마련에 관한 연구”, 대한안전경영과학회지, 제1권, 제1호, pp.159-169, 1999.
- [3] 박재현, 강경식, 이광배, “QFD 전개에 의한 전자과 차단도로 설계 특성 결정 방법: S사 사례연구 중심으로”, 대한안전경영과학회지, 제2권, 제4호, pp.139-151, 2000.
- [4] 손기윤, “원자력에 대한 일반 대중의 인지위험도를 고려한 의사결정 모형개발”, 박사학위논문, 서울대학교 대학원, 2000.
- [5] 박태근, 박춘수, 서승일, “F-AHP 평가수법을 적용한 고속전철 안전성의 평가”, 한국철도학회 추계학술대회 논문집, pp.192-198, 2003.
- [6] 한석윤, 박태근, “AHP 수법을 이용한 지하철의 안전성 평가”, 한국철도학회 춘계학술대회 논문집, pp.61-66, 2003.
- [7] 허성관, 이정훈, 정종태, “한국철도사고의 FTA 및 AHP 기법에 따른 분석”, 대한설비관리학회지, 제10권, 제2호, pp.123-135, 2005.
- [8] Saaty, T.L., “The Analytic Hierarchy Process”, MacGraw-Hill, Inc., pp.1-77, 1980.
- [9] Saaty, T.L., “Decision Making for Leaders”, RWS Publications, 1995.

## 저 자 소 개

류 시 옥



주소: 강원도 동해시 지흥동 산119번지 한중대학교 안전연구소

부산대학교 산업공학과에서 공학사, 공학석사 및 공학박사를 취득하였다. 현재 한중대학교 안전연구소 연구교수로 재직 중이다. 물류 및 교통 특히 철도 안전관리 분야에서 인적오류 저감에 관한 연구에 많은 관심을 가지고 연구 중이다.

지흥동 산119번지 한중대학교 안전연구소