



해외철도 기술동향

# 해외 철도산업의 인적 오류 저감기법 동향: 철도 자원관리기법(Rail Resource Management Technique) 중심으로

| 변 승 남 |  
경희대학교  
교수



해외 선진 철도산업에서는 인적오류로 인한 철도 사고를 저감하기 위한 방법으로 항공산업의 Crew Resource Management (CRM) 개념을 적극 도입하여 추진하고 있다. CRM의 배경과 개념을 비롯하여 해외 철도산업에서 적용된 Rail Resource Management (RRM)의 기술동향을 소개하고자 한다.

## 1. CRM의 개요

### 1.1 CRM의 배경

1970년대 인적오류(human errors)로 인한 대형 항공사고 세 건이 있었다. 첫 번째 사고는 적절치 못한 연료 주입량으로 인해 발생하였고, 두 번째 사고는 항공기의 고도를 정확히 인지하지 못해서 발생하였다. 마지막 세 번째 사고는 항공 관제신호를 잘못 이해해서 발생하였다(Salas, E. & Prince, C., 1999). 이 사고들의 공통점은 인적오류를 범한 당사자들은 모두 10만 시간 이상의 비행 경험이 있는 베테랑 조종사들이었고 초보 조종사들의 대부분은 이러한 오류를 피해갔었다는 것이다. 또한 그들이 표준 비행훈련이나 자격검증을 받았는지는 의문이었다.

전술한 세 건의 사고 중에서 당대 가장 큰 관심과 경악을 심어주었던 사고는 세 번째 사고로 1977년 3월 27일 아조레스제도(Azores)의 Tenerife Island

공항 활주로에서 벌어진 사고이다. Jacob Van Zanten 기장은 B-747 점보 항공기를 안개 낀 활주로에서 이륙을 준비하고 있었다. 그는 해당 기종 비행 경력이 30년인 교관급 기장으로 부기장으로 탑승한 동료는 그 기장으로부터 비행교육을 6개월 전에 받았다. Jacob은 관제탑으로부터 명확한 이륙 승인 없이 이륙을 시도하였다. 부기장과 동료 엔지니어는 관제탑으로부터 이륙 승인이 없었다는 사실을 알고 있었고 활주위에 다른 항공기가 이륙 중일 수도 있다는 사실을 알았다. 그들은 Jacob에게 조심스럽게 현재 이륙이 위험할 수 있다는 사실을 알렸지만 기장은 달갑지 않다는 듯 표현하며 오히려 화를 냈다고 한다. 당시 기장은 비행 스케줄이 늦는 것을 부담스러워하고 있었고 자신의 비행 기술과 경험을 지나치게 과신하고 있었다. 점보 항공기가 이륙을 위해 속력을 높였고 안개 사이로 활주위에 또 다른 이륙 중인 항공기를 발견하였다. 기장은 당황하였고 속도를 줄일 수도 바로 이륙할 수도 없는 사이에 점보 항공기는 다른 항공기와 엄청난 속도로 충돌하였다. 이 사고로 583명이 사망하였고 항공기 사고 역대 최악의 사고로 기록되었다(Gaffney MD, F.A. et al., 2005).

Tenerife Island 항공기 사고는 인적오류의 전형적인 사고로 항공기의 안전기술이나 관제소의 관제 기술과는 관계없는 순수하게 인적요소가 근본적인 원인으로 지적된 사고이다. 그러나 이러한 인적오

류로 인한 항공기 사고는 이후에도 계속되었다.

당대 항공사들은 항공기의 이착륙이 조종사들마다 조금씩 다르다는 점에 의문을 품고 있었다. 또한 70~80%의 항공사고가 인적오류로 인해 발생하고 있다는 문제점을 해결하고자 하였다. 이 시점에 그 해결책으로 대두된 개념이 CRM(Crew Resource Management)이다.

CRM은 1979년 미 항공 우주국(NASA)에서 주관한 'Resource Management on Flightdeck' 회의를 통해 최초로 알려지게 되었다(Cooper White & Lauber, 1980). 최초 CRM은 'Cockpit Resource Management'로 조종사들 간의 협업 효율성을 증대시킬 목적으로 시작된 훈련 프로그램이었다. 이후 'Cockpit'의 범위를 'Crew'로 확장하였으며 20여 년 동안 혁신적인 발전을 통해 오늘날 CRM의 개념이 항공, 해군, 공군, 의료 그리고 에너지 산업 등에 널리 활용되었다.

오늘날 항공 산업에서 CRM은 인적오류를 관리하는 도구로서 활용되고 있다. 그러나 CRM 교육훈련을 통해 완벽하게 인적오류를 관리할 수는 없다. 다만 가능한 오류를 피하고 초기에 발견하여 대응하며, 또한 인적오류로 인한 피해를 최소화하는데 초점을 맞추고 있다(Helmreich et. al., 1999).

### 1.2 CRM의 정의

전술한 세 가지 대표적인 항공사고 사례는 비록 기계적 결함이 마이너하게 있었지만 인적오류가 주요 원인으로 분석된 사례이다. 또한 그 인적오류는 적절하지 못한 팀원들 간의 코디네이션으로부터 기인한 것으로 밝혀졌다. 이러한 인적오류 사고를 예방하는 방법으로 인적 중복성(human redundancy)의 방법론을 고안하게 되었으며, 개인이 인지하고 판단하고 행동하는 것보다는 집단이 인지하고 판단하고 행동하는 것이 더욱 안전하다는 결론을 내렸다.

Lauber(1984)는 이러한 인적 중복성에 대한 새로운 고안을 항공기 조종사에게 적용하여 'Cockpit Resource Management'라고 칭하였다. 그는 CRM이란 안전하고 효과적인 운행을 위해 모든 가능한 자원(정보, 장비, 그리고 사람)을 이용하는 것이라고 정의하였다. 또한 Foushee와 Helmreich(1988)는 인간-기계 인터페이스와 적시 적절한 정보의 취득뿐만 아니라 리더십, 효과적인 팀 구성 및 유지, 문제해결, 의사결정, 그리고 상황인식의 유지 등을 포함한 팀원 상호간의 행동을 최적화하는 것을 CRM으로 정의하

였다.

CRM은 개인 수준(individual-level)이 아닌 쿠루 수준(crew-level or team-level)의 교육훈련, 평가, 그리고 피드백의 닫힌 루프(closed loop)를 통해 구현된다. CRM 교육훈련은 직무관련 인적요소의 개념을 이해하고 원활히 의사소통할 수 있도록 하며, 이를 통해 직무에 그 개념을 운용할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다(Foushee & Helmreich, 1988). 또한 이러한 CRM 교육훈련은 인적오류로 인한 사고를 저감하고 예방하는 데 궁극적인 목적이 있다(Stone & Babcock, 1988).

### 1.3 CRM의 역사

전술한 바와 같이 CRM은 NASA가 주관한 'Resource Management on Flightdeck' 회의를 기점으로 이후 거의 30년 동안 미국 전역을 포함한 전 세계적으로 확대 적용되었다. 이러한 CRM의 진화 과정을 Helmreich, R.L. et al.(1999)는 5세대로 구분하여 20년간의 CRM 발전사를 정리하였다. Helmreich가 학술지에 발표한 CRM의 진화 역사를 중심으로 관련 연구동향을 정리하면 다음과 같다.

#### 제1세대 'Cockpit Resource Management'

United Airlines은 1981년 CRM 교육훈련 프로그램을 최초로 개발하였다. 이 교육훈련 프로그램은 경영 효율성을 증대시킬 목적으로 지난 1964년 Robert Blake와 Jane Mouton이 개발한 'Managerial Grid'를 근간으로 개발되었다. 당시의 교육훈련 프로그램은 적극성이나 권위 등과 같은 개인의 행동이나 태도의 변화에 중점적인 관심을 갖고 있었다.

1979년 미국의 NTSB(National Transportation Safety Board)는 부기장으로부터 기장의 잘못을 지적할 수 있는 공식적인 루트(route)를 마련하였고(소위 'Wrong Stuff'), 지난 1978년 United Airline의 사고 원인이었던 항공 엔지니어의 소극적 대처에 대한 치유에 나섰다. 또한 기장의 리더십과 같은 심리학적인 측면에 대한 교육도 병행하였다. 한편, 이러한 CRM 교육은 이론 교육뿐만 아니라 시뮬레이터를 활용한 LOFT(Line Oriented Flight Training)를 통해 기장과 부기장, 그리고 엔지니어 간의 원활한 팀 기술(team skills)을 습득하도록 하였다.

## 제2세대 'Crew Resource Management'

NASA는 1986년 또 다른 Workshop을 개최하였는데, 전 세계적으로 수많은 항공사가 참석하였고 그들이 개발하여 시행하고 있는 CRM 교육훈련 프로그램을 소개하고 토론하였다(Orlady & Foushee, 1987). 이 과정에서 CRM이 기존과 일럿(pilot)에 국한된 교육훈련의 틀을 벗어나 항공 전 종사자로 확대 적용할 필요성을 강조하였다. 이로서 CRM은 'Cockpit'에서 'Crew'로 변화되었다.

Delta Airlines은 보다 팀 중심의 모듈 운영방식을 선보였고 CRM 교육훈련 내용으로 팀구성, 전략발표, 상황인식, 그리고 스트레스 관리 등을 포함시키고 있음을 밝혔다. 또한 Delta Airlines의 CRM 교육훈련은 특별한 모듈로 구성되어 있는데, 의사결정 전략 모듈과 인적오류로 인한 사고체인 단절 모듈이 그것이다. 이러한 Delta Airlines의 CRM 교육훈련 프로그램은 다른 여러 항공사에서 벤치마킹하게 되었고 CRM은 보다 발전적인 방향으로 진화하였다.

## 제3세대 '범위의확대'

1991년대 초부터 CRM 교육훈련은 다양한 분야와 통합을 시도하였다. 운영 시스템의 특성을 반영하여 종사자의 역할과 기능을 정의하였고 조직문화나 안전문화에 대한 접근도 시도하였다. 또한 기존 CRM 교육훈련은 비기술(non-technical skills) 교육에 중점을 두고 기술교육과는 이분적으로 접근한데 반해, CRM 교육훈련에 기술교육을 통합하여 보다 교육의 효율성을 높이고자 하였다.

## 제4세대 '통합과 절차화'

FAA는 항공 종사자들의 교육과 자격관리에 새로운 패러다임으로 AQP(Advanced Qualification Program)를 제안하였다(Birnbach & Longridge, 1993). AQP는 조직의 특수성에 맞는 혁신적인 교육프로그램으로 CRM과 LOFT(Line Oriented Flight Training)를 통합한 절차화된 교육 프로그램이다. 또한 AQP는 교육훈련에 대한 인증제도를 도입하여 전기능 시뮬레이터를 활용한 정형화된 평가(LOE; Line Operational Evaluation)를 가미하였다.

이러한 정형화된 CRM 교육은 운항 중 발생할 수 있는 모든 인적오류를 예방하기 위한 효과적인 대응책으로 평가받고 있으며, 그 효과를 검증할 수 있는 실증연구가 지속적으로 수행되었다.

## 제5세대 '공중 이론을 찾아서'

여러 학자들이 CRM의 공중 이론을 찾고자 하였으며, 결론적으로 CRM은 인적오류 관리를 위한 이론적 틀을 제공하는 것으로 결론 내려졌다(Helmreich & Merritt, 1998). 인적오류는 언제 어디서나 발생할 수 있으며, 피할 수 없는 특성을 갖고 있다. 따라서 인적오류의 해결책으로서 첫째, 인적오류를 피할 수 있는 방법을 찾고, 둘째, 예상되는 인적오류를 범하지 않도록 미리 준비하는 것이고, 마지막으로 인적오류가 일단 발생되면 그 피해를 최소화하는 것이다.

이러한 인적오류 예방차원의 CRM 교육훈련은 해당 조직의 관리 경영 측면에서 폭넓은 이해가 필요하다. 즉, 조직은 인적오류가 발생할 수 있는 가능성을 수용하고 비처벌적 접근을 시도하여야 한다. 또한 인적오류가 발생하는 근본적인 원인을 추적하여 오류타입을 표준화하여야 한다. 대표적인 예로 FAA의 'Aviation Safety Action Program'이 있다. FAA는 이 프로그램을 발표하여 인적오류와 관련한 안전현안을 관리 및 보고할 수 있는 체계를 제안하였으며, American Airlines을 포함한 여러 항공사에서 그 프로그램으로 인적오류 사고를 대폭 절감한 사례를 보이고 있다.

## 2. CRM/RRM의 기술현안

### 2.1 인간공학(Human Factors)이란 무엇인가?

인간공학이란 작업장에서 개인이나 팀의 수행능력을 최적화하는 것과 관련된 여러 전문분야가 집결된 분야이다. 인간공학의 광범위한 영역은 심리학, 행동과학, 사회과학, 공학, 인간공학 그리고 생리학으로부터의 방법이나 원칙을 적용한 응용과학이다.

인간공학의 목적은 인간의 능력과 한계와 그리고 사람들이 그들의 작업환경과 상호작용하는 방법을 이해하는 것을 통하여 인적오류를 줄이고, 안전과 효율성을 향상시키는 것이다. 작업환경은 그들이 사용하는 장비, 그들의 작업내의 규칙과 절차, 그리고 직무들이 넓은 범위에서 성공적으로 달성될 수 있도록 하기 위한 다른 사람들과의 의사소통 방법을 포함한다. 이 지식은 훈련의 질적 향상, 작업환경 및 시스템의 설계에 적용되어질 수 있으며, 사건과 사고의 가능성을 저감시킨다.

## 2.2 CRM/RRM은 Human factors training과 어떻게 다른가?

CRM은 응용된 Human factors training의 형태이다. 순전히 인간공학 과정을 지식 기반으로 구성하는 것과는 대조적으로, CRM training은 운영 담당자에게 그들과 모든 이용 가능한 자원을 더 안전하고 더 효율적으로 관리하기 위하여 요구된 지식과 기술을 제공하기 위하여 경험적 방법을 사용한다. CRM training은 단지 이론적 지식만을 제공하는 것이 아니다. 오히려, CRM training은 참여자가 그들의 운영 스타일을 시험해 볼 것을 독려하고, 작업환경에서 위협이나 실수에 대한 효과적인 관리와 관련된 태도나 행동을 취할 것을 촉구한다.

## 2.3 RRM training은 어떤 주제를 삼고 있나?

RRM training에 대한 주제는 규정되어 있지는 않다. 일반적으로 효과적인 리더십, 의사소통, 직무와 작업부하 관리, 팀워크와 협력, 자기 관리, 문제 해결과 의사결정, 위험 관리, 상황인식 그리고 긴급 상황 관리와 관련된 기술과 관련이 있다.

## 2.4 인간공학 관련 훈련이 이미 수행되고 있다면 우리는 RRM이 필요한가?

현재 해외 철도산업 훈련 패키지에서 대부분의 내용은 RRM에서 다루는 내용의 것들과 유사한 측면을 포함한다. 예를 들어, 피로 관리, 문제해결, 의사소통, 팀워크에 대한 교육내용은 이미 존재한다.

따라서 RRM training에 인간공학적 교육 내용을 정형화하는 것이 중요하다. 결국, RRM training을 이수한 작업자는 국제적으로 알려진 인정받을 수 있는 자격이나 증명의 일부로서 인정된 지식이나 기술을 가질 수 있다.

## 2.5 CRM training은 어떠한 산업에서 응용되고 있는가?

CRM training 모델은 처음에 항공 조종사들을 위해 개발되었고, 그 결과로서 일상적인 일과 비상상황에 있어서 개인과 팀의 수행능력 향상을 목표로 승무원, 유지 관리원들, 관제 요원들 등 다른 구성원들로 확대되었다. CRM은 일반적으로 안전을 향상시키고 사람으로 인한 오류로부터 기인할 수 있는 해상산업, 보건산업, 해양석유와 가스 생산, 원자

력발전, 군수산업과 우주비행등에서의 고도의 위험한 사건들을 막기 위해 구성되어 왔다.

## 2.6 CRM 이점은 증명되어질 수 있는가?

항공 또는 다른 산업에서 CRM의 유효성을 측정하기 위한 공식/비공식적인 평가과정이 사용되어 왔다. CRM의 상업적인 이익을 분명하게 증명하기는 어려운 반면, CRM이 조직의 안전과 효율성에 기여한다는 경험과 일화 모두를 통해 잘 갖추어진 증거들이 있고, 따라서 조직의 직접적인 재정 수익을 가져왔다. 또한 그것은 CRM은 안전문화와 소위 고신뢰도 조직에 긍정적인 효과를 보이고 있다.

FRA에 의해 지원되어 최근에 완료된 CRM training의 경제적 가치에 관한 연구가 있었다. 이 보고서에서 CRM training은 “철도를 위한 CRM 스타일 트레이닝의 이익”의 사업 분야를 강력하게 지원하기 위한 것이라고 밝혔다.

## 2.7 RRM은 다른 조직적인 문제를 해결할 수 있는가?

RRM이 작업장에서 개인과 팀의 태도와 행동을 바꾸어 안전과 효율을 개선시킬 것으로 기대되는 반면, 다른 산업이나 조직에서처럼 철도 운영을 방해하는 무수한 시스템상의 결함에 대한 전반적인 해결책은 아니다. Westurn에 의해 병리학으로 묘사된 것처럼, RRM은 역기능적이고, 관리가 허술한 조직이 그 스스로 견제하고 순기능적으로 변형되어 지지 않을 것이다.

## 2.8 RRM 이 어떤 철도 조직에서도 실행가능한가?

철도 안전 근로자를 고용하고 있는 모든 조직에서 RRM을 실행할 수 있을 것이다. RRM을 소개할 준비를 할 때 훈련의 형태를 위해 조직의 “준비성”을 고려하는 것은 중요하다. 이것은 RRM의 철학과 고무적인 현재의 신념들, 태도와 운영사례로부터 현존하는 문화와 함께 충돌이 있을 수 있기 때문이다. 즉, RRM은 작업자가 심각한 결과를 초래하는 실수일지라도 반드시 보고해야하는 원칙을 지원함으로써, 다른 이들에게 교육시킬 수 있으며 안전이 강화될 수 있다.

현재의 문화가 일반적인 오류를 인계하고 비난하거나 사람들을 벌한다면 종사자들은 솔직하게 말하지 않는 경향일 것이다.

2.9 만약 우리가 좋은 안전문화를 가지고 있지 않다면?

RRM 철학에 부합되도록 준비가 덜 된 조직은 RRM의 도입을 주저하지 말아야 한다. RRM은 중요한 조직의 발달 활동이다. 따라서 모든 종사자의 태도와 행동의 영향으로부터 문화적인 변화를 위한 촉매역할을 위한 RRM이 설계되어야 한다.

항공산업의 경험으로부터 조직은 이미 안전문화의 귀착과 미리 대책을 강구함으로써 좀 더 쉬운 RRM의 실행과 더 많은 효과를 볼 수 있을 것이라고 결론 내릴 수 있다. 반대로, 초기개발을 눈에 띄게 확인하기 어려울 것이며, RRM의 모든 이점을 파악하지 못할 것이다. 하지만 모든 RRM 훈련은 긍정적인 안전문화의 유지와 발전에 기여할 수 있다.

2.10 Just Culture가 중요한가?

안전 문화의 1의 요소로, "just culture"는 RRM의 성공적인 이행에서 가장 중요하다. "just culture"는 수용할 수 있는 행동과 수용할 수 없는 행동이 명확히 구분되어 있으며, 사람들은 일상적인 실수에 대해서 비난하지 않는다. 또한 규정된 규범과 절차를 의도적으로 어긴 사람들에게 대해선 그럴만한 동기가 있을 것이다. 실수와 일반적인 위반 행위들을 자유롭게 논의할 수 있는 정책적인 독려는 다른 이들로 하여금 본받게 하며, 시스템의 실수 허용차를 향상시킬 수 있다.

확립된 "just culture" 개념은 RRM에서 중요하다. 그 이유는 RRM 훈련은 경험을 공유하는 차원과 위협과 실수의 존재를 바르게 이해할 수 있는 차원에서 실수를 공개하고 논의할 수 있게 촉진해주기 때문이다. RRM 강의실에서의 숨김없는 정보교환은 조직 전반에 걸쳐 비난하는 문화가 우세할 경우 작업현장에 적용될 수 없다.

3. RRM 훈련의 효과 측정

RRM 훈련의 효과를 측정할 수 있는 방법은 4단계로 이루어진다. 1단계부터 4단계까지의 순서는 훈련효과에 대한 구체적인 지표를 제공하는 반면 데이터를 수집하고 분석하기 위해 필요한 자원들을 요구한다.

각 단계(Kirkpatrick, 1976, 1994)에서 수집하는 데이터는 다음과 같다.

- 훈련에 대한 참여자들의 반응 (Level 1- Reaction)
- 이루어지는 학습의 정도 (Level 2- Learning)
- 학습 후 실제 직무에의 응용 (Level 3- Transfer)
- 조직의 유형(有形)적 이득 (Level 4- Results)

RRM의 평가는 최소한 1단계가 수행되어야 하며, 시간과 자원이 충분하다면 순차적으로 2,3,4단계로 진행하는 것을 권장한다. 전 단계에서 수집된 각 데이터들은 다음 단계에서 이루어지는 평가의 기초가 된다.

3.1 Level 1 훈련 평가

Level 1에서는 훈련 후 설문지를 통해 훈련과정에 대한 참여자들의 반응을 측정한다. 참여자들의 RRM 훈련과정이 완료되면 간단한 설문조사를 실시한다. 설문조사는 훈련의 적절성과 유용성 측면에 대한 참여자들의 반응과 훈련 콘텐츠(content)가 어느 정도 흥미롭고 실용적인지를 측정한다.

참여자들의 반응은 훈련을 통한 학습효과가 잠재된다. 즉, 긍정적인 반응은 학습을 보장하지 않는 반면에 부정적인 반응은 거의 대부분 사라지게 된다(Kirkpatrick, 1994). 결과는 다음 훈련의 학생들의 편의를 줄 수 있게 훈련 진행과정과 교재들을 향상시키는데 쓰일 수 있다.

Level 1이 CRM 훈련 평가의 가장 기본적인 방법이며 Level 1 평가 결과들은 매우 유용하게 쓰일 수 있는 반면에, 이들 평가 결과들은 훈련이 통속적으로 수용되어져 있는 기본적인 규범들을 간단하게 만족할 뿐이다. 보다 심도 있는 단계에서의 평가는 훈련을 계속함으로써 발생할 수 있는 장점들을 강화할 수 있다.

3.2 Level 2 훈련 평가

2단계 훈련 평가는 참여자들이 훈련 프로그램을 이수한 학습결과를 평가하는 것이다. 이 단계에서는 훈련 전과 훈련 종료 후 참여자들의 기술, 지식, 성향을 측정한다.

RRM 훈련의 2단계 평가는 RRM 훈련 전과 훈련 종료 후

를 관리할 수 있는 맥락에 기초한 태도평가 설문지가 요구된다. 훈련이 시작하기 전에는 RRM과 관련된 참여자의 성향과 지식을 측정한다. 결과는 RRM 훈련 종료 후 변화되는 성향과 비교할 수 있는 기준이 된다. 설문평가는 대개 6개월에서 12개월 후, 훈련과정이 끝난 후 다시 이루어지며 훈련 전 설문결과와 견주었을 때 참여자들의 성향이 원하는 방향으로 변화하였는지를 측정한다.

수집된 데이터들은 팀 관리, 운영상의 안전, 그리고 자원 관리에 관한 작업자들의 성향을 정의하기 위한 조직에 도움을 줄 수 있다. 또한 광범위한 운영상의 문제들을 확인할 수 있고 훈련 니즈의 정의 및 우선사항 결정을 할 수 있게 해준다.

CMAQ(Cockpit Management Attitudes Questionnaire)나 FMAQ(Flight Management Attitudes Questionnaire)와 같은 자가진단 설문지들은 항공산업에서 CRM 훈련을 평가하는데 성공적으로 사용되어졌다.

### 3.3 Level 3 훈련 평가

3단계 훈련 평가는 훈련과정이 완료된 후 성취한 학습이 적용되는 것이 초점을 맞추고 있다. 훈련 프로그램에 참여한 결과로 발생할 수 있는 참여자의 직무수행 중 행위의 변화를 측정한다.

3단계 훈련 평가는 다음 질문을 충족하기 위해 시도한다: 참여자가 운영상의 환경에서 적용되어질 기술, 지식, 성향들은 어느 정도일 것이라 예상되는가? 본 단계에서는 프로그램의 성과를 가장 정확히 평가할 수 있다. 하지만, 학습의 실생활로의 전이를 측정하는 것은 복잡하다: 언제 행위의 변화가 발생할 것인지, 변화된 행위가 얼마나 지속될 것인지 예측하기 어렵다. 또한, 언제, 어떻게, 얼마나 자주 평가해야 되는 지는 중요하다. 훈련과 그 결과에 대한 즉각적인 매치가 쉽지 않다.

3단계 결과에 대한 평가는 적절한 행위 척도에 대응하는 운영 스태프의 비전문적인 직무수행도를 훈련된 관찰자가 측정할 때 활용된다.

3단계 평가 기법은 호주 철도 산업에서 사용하기 위해 최근에 개발되어졌다. 2005년 CountyLink에서는 철도기관사와 현장 직원(on-board staff)에 맞추어진 행위 척도들을 개발했다. 호주의 QR(Queensland Rail)은 최근 CORS(Confidential Observations of Rail Safety) 프로젝트를 수행

하고 있다. CORS 프로젝트는 항공산업에서 개발한 LOSA(Line Operations Safety Audit) 방법론을 성공적으로 적용하였으며, QR Passenger operations에서 안전을 강화하기 위해 사용된 TEM(Threat and Error Management) 원칙과 연관이 있다.

이러한 대부분의 기법들은 정상 운영동안의 운영원의 수행도에 대한 데이터를 수집하기 위한 기본으로써 개발되어진 행위 척도에 의지하고 있다. 이러한 데이터는 이전의 RRM 기술들이 작업장에 전이되는 정도를 측정하기 위해 쓰이기도 한다. 철도안전업무 종사자에게 직면하게 되는 위협, 그들이 저지르게 될 실수, 그리고 이러한 상황들이 관리되어지는 방법들에 대한 정보는 훈련의 질적 향상을 위한 도구로 활용된다. 또한 RRM을 되풀이할 때 사용할 주요 콘텐츠를 제공하기 위해 사용될 수 있다.

3단계 평가는 “위험이 없는(non-jeopardy)” 정적인 상황에서 가장 적절하게 사용되어진다. 이는 단점이 발견되더라도 페널티에 대한 부담이 없는 작업자들을 위한다. 예를 들어, 신호소, 기관실 혹은 제어센터의 관찰자들은 종사자들 안에서 익명으로 비밀리에 제재를 가하지 않으면서 수행도를 평가한다.

### 3.4 Level 4 훈련 평가

4단계 훈련 평가는 훈련 프로그램이 기여한 결과로 발생하는 가시적인 조직의 이득을 정의하는 데 초점을 둔다. 훈련 평가의 최상위 단계로써, 어떠한 훈련 프로그램이 조직에 구체적으로 반영되었는지, 기업의 상관관계로부터 훈련 프로그램의 중요성이 증명되었는지 알게 해주는 중요한 역할을 한다. 4단계 훈련 평가는 강화된 안전, 생산성/품질의 향상, 운영비용의 감소, 투자수익률(ROI)의 증가 등과 같은 조직의 이득을 조사한다.

최근 이루어진 몇몇 연구들은 항공 유지관리와 해역(海域)에서 CRM 훈련에 대한 ROI 이득을 증명하는데 초점을 두어왔다. 지금까지 입증된 이득은 lost-time 부상의 감소, 적어진 중대 안전사고, 낮아진 보험 프리미엄 등이 있다. FRA의 지원을 받고 있는 최근 연구에서는 철도 환경에서 CRM 스타일의 훈련을 수행하기 위한 기업의 모범사례들을 제공할 것이라 예측해본다.

Patanker와 Taylor (2004, Chapter 8)는 CRM방법에 의한 훈련을 통해 발생하는 ROI의 회계모델을 위한 방법을 연구

하였다. 이들은 ROI는 RRM과 같이 조직을 변화시키는 프로그램을 위해 자본투자의 전형적인 방식만큼이나 쉽게 계산되어질 수 있다고 한다. 최고경영진의 지원이나 자본금 유치를 위해 ROI 증명이나 다른 가시적인 이득을 계산하는 것은 중요하지만, CRM형식의 훈련결과로 예상되는 무형의 이득은 제정적인 지표로 표현할 수 없다고 언급하고 있다. 이러한 'softer(무형의 이득)' 또한 시스템의 성공에 있어서 매우 중요한 것이며, 훈련프로그램을 옹호하는 이들은 무형의 이득 역시 찾아야 할 것이다. S

♣ 참고 문헌

1. Bimbach, R. & Longridge, T.(1993), The regulatory perspective. In E. Wiener B. Kanki, & R. Helmreich(Eds.), Cockpit resource management, pp.263-282, San Diego, CA: Academic.
2. Cooper, G.E., White, M.D., Lauber, J.K.(1980), Resource Management on the Flightdeck, NASA/Industry Workshop, NASA CP-2120, NASA: USA.
3. Foushee, H.C. & Helmreich, R.L.(1988), Group interaction and flight crew performance, In E.L. Wiener & D.C. Nagel(Eds.), Human factors in aviation(pp.189-227), San Diego: Academic.
4. Gaffney MD, F.A. et al.(2005), Crew Resource Management: The flight plan for lasting change in patient safety, HCPro, Inc., Marblehead.
5. Helmreich, R.L. & Merritt, A.C.(1998), Culture at work in aviation and medicine: National, organizational, and professional influences, Aldershot, England: Ashgate.
6. Helmreich, R.L., et al(1999), The evolution of crew resource management training in commercial aviation, The international journal of aviation psychology, Vol.9, No.1, pp.19-32.
7. Kirkpatrick, D.L.(1994), Evaluation training programs: The four levels, San Francisco, CA: Berrett-Koehler.
8. Orlady, H.W. & Foushee, H.C.(1987), Cockpit resource management training(NASA CP-2455), Moffett Field, CA: NASA-Ames Research Center.
9. Patankar, M.J. and Taylor, J.C.(2004), Risk management and error reduction in aviation maintenance, Aldershot, UK: Ashgate.
10. Rail Safety Regulators' Panel(2007), Guidelines for Rail Resource Management.
11. Salas, E. & Prince, C.(1999), A Methodology for Enhancing Crew Resource Management Training, Human Factors, Vol.41, No.1, p.161-172.
12. Stone, R.B. & Babcock, G.L.(1988), Airline pilots' perspective. In E.L. Wiener & D.C. Nagel(Eds.), Human factors I aviation(pp. 529-560), San Diego: Academic.