

철도비상사태 시 비상대응주체별 행동요령수립을 위한  
Activity-Action Diagram 및 전산화 구축방안

**A Study on Development of the Responsibility and Emergency Response  
Procedures for the Emergency Response Personnel Using  
Activity-Action Diagram**

박영익\*  
Park, Young-Ik

김상균\*\*  
Kim, Sang-Gyun

김시곤\*\*\*  
Kim, Si-Gon

-----  
**ABSTRACT**

This study is for an effective response as the pre-stage for railway agencies to prepare the rail road kind based emergency response standard operation procedures when the emergency event occurs. Accordingly, I would like to increase the utility in helping the railroad employees to make their decisions. And that is possible through suggesting them to make computerized Emergency situation based activity and Emergency response that is individual based. And of course all of this procedure would be based on the emergency event categorized response scenario.

**Keywords** : standard operation procedures, emergency response, railroad accident type  
-----

**1. 서 론**

2005년 1월 “철도안전법”이 발표되어 다양한 철도운영자들이 철도안전 문제를 고려하게 하는 제도적인 장치를 마련함으로써 각 철도 운영기관은 종합적인 철도안전체계를 구축해야하는 상황을 맞이했다. 예를 들어 최근의 철도사고 중 대구지하철화재사고의 경우에 초기에 적절한 대응이 있었다면 많은 인명피해를 줄일 수 있었다. 하지만 초기에 제대로 된 비상대응이 이루어 지지 않아 많은 인명피해가 발생했다는 점에서 시급한 철도의 종합적인 안전대책이 필요하게 되었다.

그리하여, 본 연구에서는 철도운영기관들이 철도종류별 비상대응 표준운영절차서를 마련하기 위한 전단계로 비상사태 발생 시에 효과적으로 대응 할 수 있도록 하기 위해 비상사태 유형별 비상사태 대응 시나리오를 기반으로 비상사태 상황별 Activity와 비상대응인원별 Action의 전산화방안의 제시를 통하여 철도종사원의 의사결정지원에 활용도를 높이 고자 한다.

**2. 기존 비상사태 대응관리 시스템의 문제점**

기존 비상사태 대응관리 시스템의 문제점은 크게 4가지로 정리 할 수 있다. 첫 번째로는 비상대응절차서의 사용자 편의성 미흡이다. 실례로 각 철도 운영기관에서의 ‘비상대응절차서’는 그 두께가 두껍고 무거워 철도종사원의 휴대가 불편하며, ‘비상대응절차서’의 내용은 복잡한 설명으로 이루어져 있어 실제 사고가 발생했을 때 이를 토대로 비상대응 조치를 취하기 어렵다. 두 번째로는 철도사고에 대한 대응조치는 철저한 비상대응 시나리오 분석을 통해 작성되어야 함에도 불구하고 현재 ‘비상대응절차서’는

\* 서울산업대학교 철도전문대학원 철도경영정책학과 석사과정, 정회원

E-mail : [youngik80@naver.com](mailto:youngik80@naver.com)

Tel : (02)975-6696 FAX : (02)975-6876

\*\* 한강유역환경청, 청장

\*\*\* 서울산업대학교 철도전문대학원 철도경영정책학과, 교수  
543

단순히 철도 실무자의 경험에 의존하여 작성되어 있어서 비상대응 절차의 신뢰성이 부족하다. 세 번째로는 비상대응 시나리오가 사고유형/위치/대상별 분류가 미약하고, 예방/대비/대응/복구의 관점에서의 운영절차를 제시하지 못하고, 특히 비상대응 통신망의 체계가 정립되어 있지 않다. 특히 기관사/사령실/역근무자의 통신망 체계 중 역근무자에 대한 통신방법이 체계화되어 있지 않고 아직까지 무선통신기에 의존한 통신으로 열차내의 승객들의 역근무자 접근은 거의 불가능한 상태이다. 네 번째로는 역별로 비상대응 지도가 없어 외부기관의 진입, 내부 승객의 대피로 제시 등이 형식적으로 이루어져 소방서, 경찰서 등의 외부지원기관과의 공유가 이루어지지 않고 있다

### 3. 연구내용

#### 3.1 Activity-Action 도출

임광균(2006)은 그의 연구에서 철도사고유형을 충돌, 탈선, 화재, 사상, 차량, 시설, 위험물, 자연재해, 테러 등 8개 유형으로 분류하였다. 이 연구를 토대로 정기일(2006)은 그의 연구에서 도시철도의 비상사태유형별 Activity-Action Diagram을 구축하였다. 위의 유형분류와 Activity-Action Diagram을 기반으로 철도종류별 Activity-Action Diagram을 작성하였다. 여기서 Activity란 각 비상대응시나리오의 이벤트별로 비상대응시 취해져야할 비상대응 요구사항을 말하며, Action은 이의 세부적인 조치사항을 의미한다.

철도종류별 비상대응 요구사항은 도시·광역, 일반철도 17가지, 고속철도 18종류의 Activity로 나타냈다.

도표 1. Activity

| 비상대응<br>요구사항       | 철도종류별 Activity 항목                  |   |   | 내용   |
|--------------------|------------------------------------|---|---|--|
|                    | 도시·광역철도                            | 일반철도  | 고속철도  |  |
| 사고전파<br>Activity   | 열차내 사고전파<br>역사내 사고전파               | 열차내 사고전파  | 열차내 사고전파  | 최고 사고인지자가 사고상황을 알리기 위한 내용으로 구성               |
| 대응<br>Activity     | 초기대응<br>자체대응<br>외부대응               | 초기대응<br>자체대응<br>외부대응  | 초기대응<br>자체대응<br>외부대응  | 각 대응 단계별 취해져야 할 내용으로 정의                      |
| 출입문 개방<br>Activity | 열차 출입문개방<br>열차출입문<br>수동개방          | 객실출입문개방<br>열차출입문개방<br>출입문 수동개방                                | 객실출입문 개방<br>열차출입문 개방<br>출입문 수동개방                              | 열차 출입문 자동 및 수동개방에 대한 내용으로 정의                 |
| 대피<br>Activity     | 열차내 대피<br>역사내 대피<br>터널내 대피         | 열차내 대피<br>터널외대피   | 열차내대피<br>대피소 대피<br>터널외대피                                      | 위치별로 대피하기 위해 필요한 내용을 정의                      |
| 통제<br>Activity     | 열차운행 통제<br>시민통제                    | 열차운행통제  | 열차운행통제  | 사고발생시 사고지점의 열차운행 통제 및 시민들의 접근 통제를 목적으로 하기 위함 |
| 기타<br>Activity     | 전차선 전력차단<br>임시복구<br>상황종료보고<br>상황종료 | 전차선차단<br>열차방호<br>병발사고 방지<br>유리창파괴<br>외부진입로 확보<br>임시복구<br>상황종료 | 전차선차단<br>열차방호<br>병발사고 방지<br>유리창 파괴<br>외부진입로확보<br>임시복구<br>상황종료 | 복구 및 상황종료에 필요한 내용을 정의                        |

Activity의 표시기호는 비상대응 행위의 주체, 지시 및 전달을 받는 대상, 의무적·비의무적인 전달 및 통보 4가지로 나타내었다.

도표 2. Activity 표시기호

| 표기 | 설명             | 표기     | 설명            |
|----|----------------|--------|---------------|
| ●  | 비상대응 행위의 주체    | ————▶  | 의무적인 전달 및 통보  |
| ○  | 지시 및 전달을 받는 대상 | -----▶ | 비의무적인 전달 및 통보 |

위 표시기호를 사용하여 철도종류별 실정에 맞게 Activity를 구축하였다. 하지만 기존에 구축된 도시·광역철도 Activity에서 문제점이 발견되어 실정에 맞게 수정을 하였다.

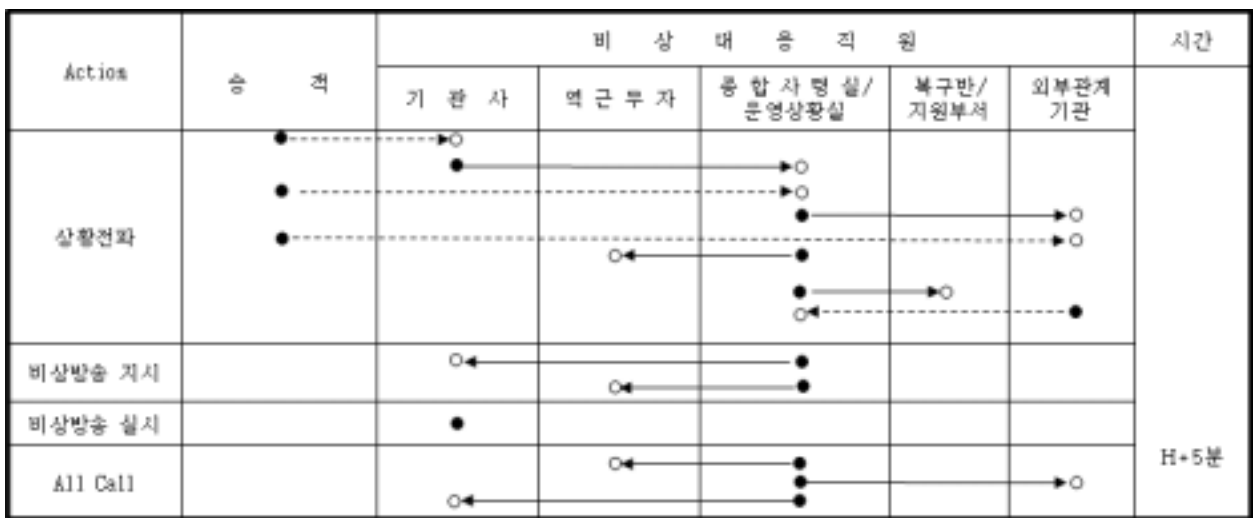


그림1. 도시·광역철도 열차 내 사고전파 Activity

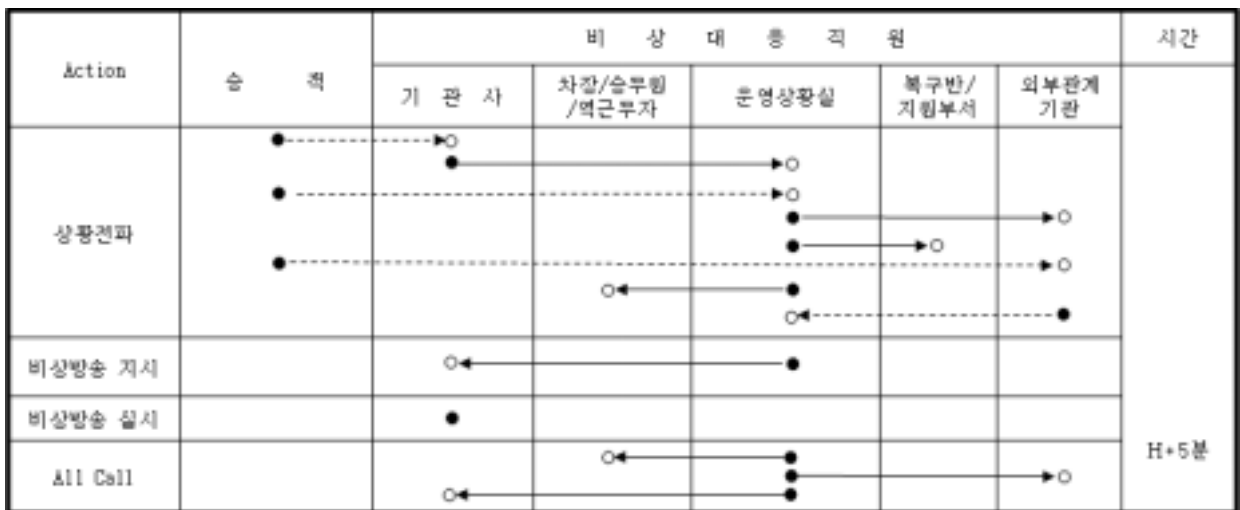


그림2. 일반철도 열차 내 사고전파 Activity

| Action   | 순 력     | 비 상 대 응 직 원 |         |         |          |         | 시간   |
|----------|---------|-------------|---------|---------|----------|---------|------|
|          |         | KTX 기장      | 역 근 무 자 | 운영상판실   | 복구반/지휘부서 | 외부관계기관  |      |
| 상황전파     | ●-----○ | ●-----○     | ●-----○ | ●-----○ | ●-----○  | ●-----○ | H+5분 |
| 비상방송 지시  | ○-----● | ○-----●     | ○-----● | ○-----● | ○-----●  | ○-----● |      |
| 비상방송 실시  | ●-----○ | ●-----○     | ●-----○ | ●-----○ | ●-----○  | ●-----○ |      |
| All Call | ○-----● | ○-----●     | ○-----● | ○-----● | ○-----●  | ○-----● |      |

그림3. 고속철도 열차 내 사고전파 Activity

위 그림의 예시는 철도종류별 열차 내 사고전파 Activity를 나타낸 것 이다.

앞서 본 Activity 정의에서 알 수 있듯이 각 철도종류별로 비상대응 요구사항은 같으나 Activity 항목은 철도종류별로 다르게 나타내는 것을 알 수 있다.

### 3.2 비상사태 유형별 비상대응절차 및 행동요령 분석

비상대응절차는 비상대응 시나리오를 기반으로 구축되며, 각 비상대응절차는 ‘Activity-Action’ 다이어그램을 시나리오 상에서 비상대응이 필요한 이벤트에 적용한다.

예컨대, 비상대응 시나리오에서 ‘사고인지’라는 이벤트가 있을 경우, 이때 필요한 대응조치 Activity로는 ‘역사 내 사고전파 Activity’, ‘열차 내 사고전파 Activity’ 등이 있을 것이며, 이 Activity에서 각 비상대응 주체별로 취해야할 조치는 그 Activity의 Action 이 된다.

또한 종합사령실에는 전력, 운전, 신호, 전기등 다양한 비상대응 조치가 있으며, 이의 역할별 임무는 각 비상사태별로 관제로 정의한다.

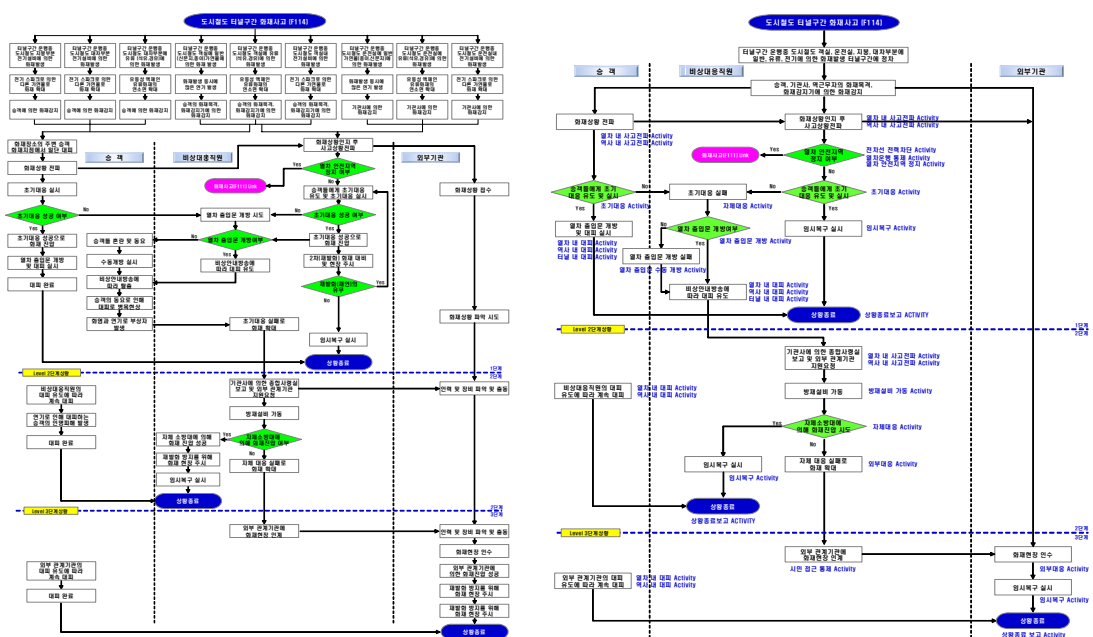


그림4. 도시·광역철도 비상대응 시나리오 및 절차(예시:화재 F114)

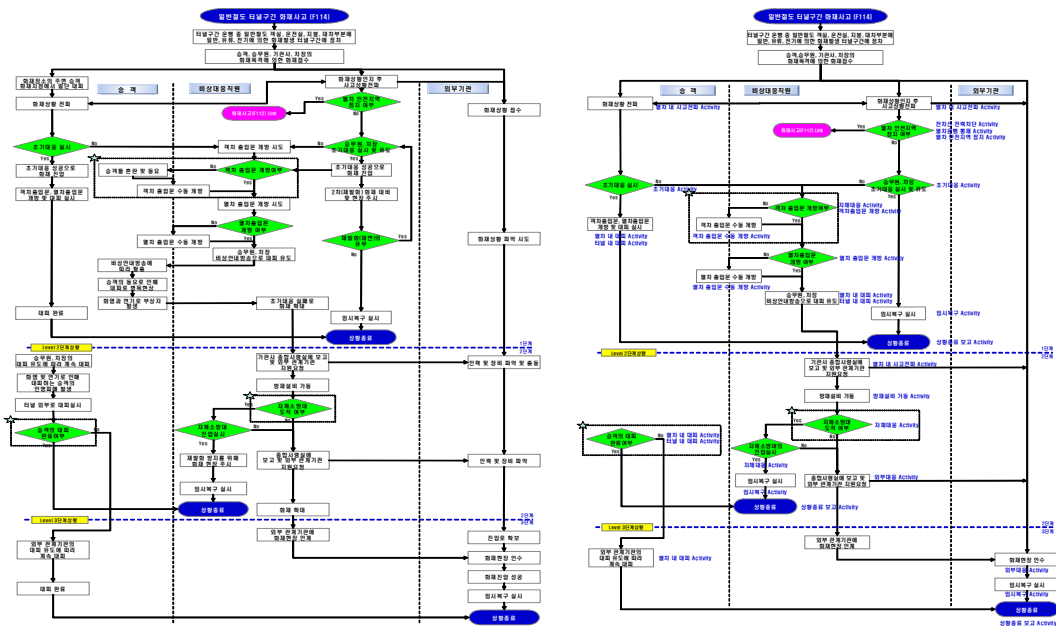


그림5. 일반철도 비상대응 시나리오 및 절차(예시:화재 F114)

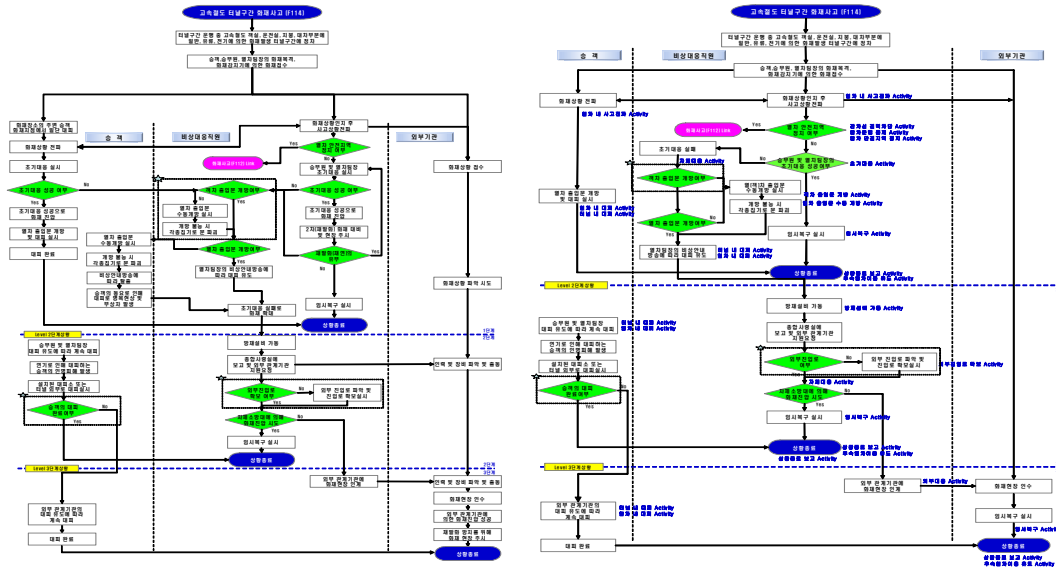


그림6. 고속철도 비상대응 시나리오 및 절차 (예시: 화재 F114)

도시·광역, 일반, 고속철도 화재 F114의 비상대응 시나리오 및 절차는 위와 같은데 위 비상대응 절차의 Activity의 Action 내용을 각 Level로 나누어 비상대응주체별로 역할과 책임을 나누어 정리했다. 각 Level은 Level 0, Level 1, Level 2, Level 3로 정의 하였다.

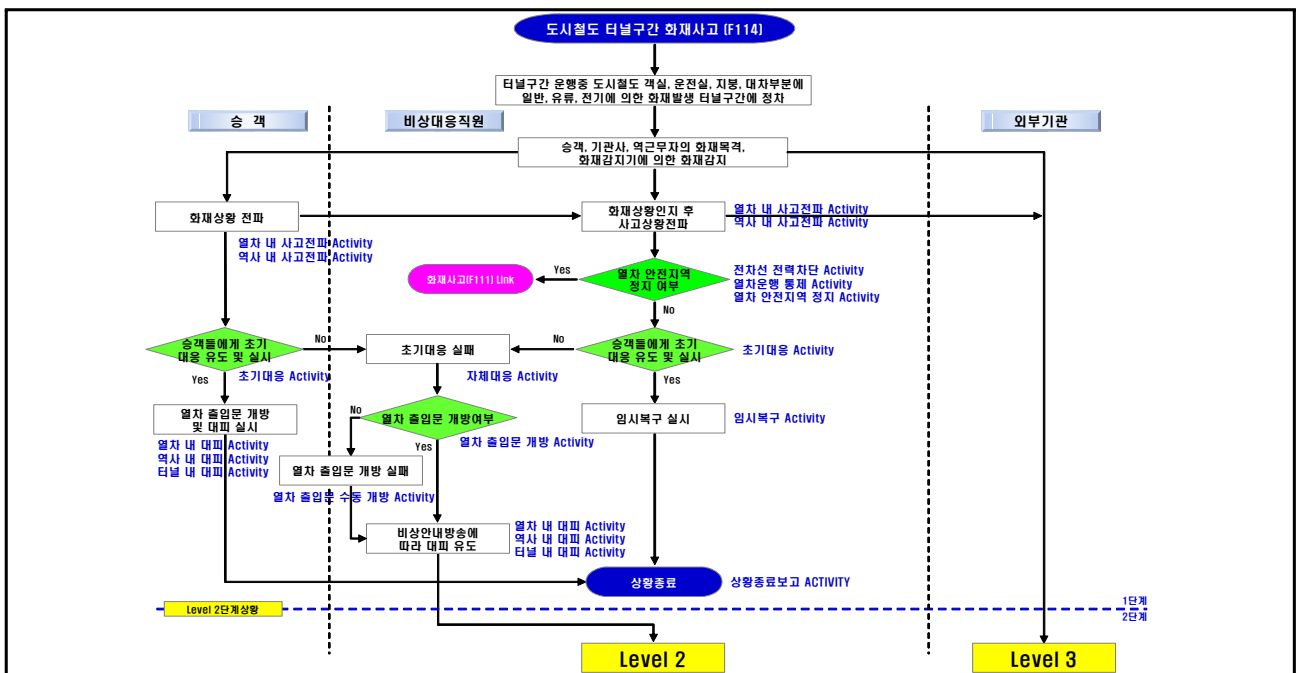
Level 0 단계에서는 오감인지대응 등급으로 오감으로 인지하여 즉시 대피하거나 대응할 수 있는 단계를 말한다. Level 1 단계에서는 종합사령실 등 외부 관계기관 등에 상황전파를 하며 승객이나 비상대응 직원이 자체적으로 비상사태 진압을 할 수 있는 단계이다. 이에 실패 할 시에는 Level 2 단계로 진행된다. Level 2 단계는 외부 관계기관에 지원요청을 실시하고 자체적인 대응으로 비상사태를 진압하도록 한다. 2단계서 비상사태 진압 실패 시 외부 관계기관이 투입되는 Level 3 단계로 진행되며 3단계에서 비상사태 상황이 종료된다.

도표 3. 시나리오 Level 정의의 예시 (화재사고)

| 비상 등급 | Level 0<br>(오감인지대응)   | Level 1<br>(초기대응)   | Level 2<br>(자체대응)  | Level 3<br>(외부대응)  |
|-------|---|---|--|--|
| 정의    | 1. 오감으로 인지하여 즉시 대응할 수 있는 단계                                     | 1. 실질적인 피해를 동반하지 않은 초기단계.<br>- 화재사고 발생단계.<br>- 방화범에 의한 화재가 발생.<br>- 자동화재탐지설비와 승객에 의한 경보에 따른 화재 확인 및 확산되지 않는 화재 단계.                                    | 1. 연소확대에 의한 화재확산 초기단계.<br>2. 화재 발생 시 승객, 승무원, 자체소방조직에 의한 초기진화 및 제어가 가능한 정도.  | 1. 화재 확산에 의해 인접차량 및 승강장으로 피해 확산, 승객 대피 상황.<br>2. 자체소방대 화재진압 불가능.                                   |
| 판단 기준 | 1. 오감으로 인지하여 즉시 대응 가능한 경우<br>2. 열기, 연기 등으로 사고 발생 전 인지대응이 가능한 경우 | 1. 초기가연물만 연소하고 있는 경우(단 초기가연물의 수준이 테리의 범주에 속한다면 이는 테리의 판단 기준을 따른다.)<br>2. 자동화재탐지설비와 승객에 의한 화재 확인 및 확산되지 않는 화재의 경우<br>3. 기관사 또는 비상대응직원에 의한 초기대응이 가능한 경우 | 1. 초기가연물 이외의 가연물 또는 장소로 화재가 확산된 경우<br>2. Level 1에서 초기진화를 실패하여 화재가 확산된 경우<br>3. 인명피해가 발생한 경우<br>4. 자체소방조직에 의한 대응 및 제어가 가능한 경우 | 1. 화재가 인접차량 및 승강장에 확산된 경우<br>2. Level 2단계에서 자체소방조직에 의해 대응 및 제어를 실패한 경우<br>3. 외부관계기관에 의한 지원이 필요한 경우 |

시나리오 Level의 정의는 도시·광역, 일반, 고속철도에 특성과 상황에 맞게 적용되며 앞서 언급하였듯이 세부적인 Activity와 Action로 마찬가지로 각 철도종류의 특성과 상황에 맞게 달라진다.

도표 4. Level 1에 대한 비상대응주체별 대응절차의 예시 (도시철도 화재 F114)



### 3.3 비상대응주체별 행동요령수립을 위한 AAD 도출

각각의 시나리오 Level별 비상대응주체별 행동요령은 비상대응주체 즉, 승객, 기관사, 역근무자, 종합사령실 등으로 나누어 질 수 있으며 각각의 주체들은 각 Activity에 맞게 Action을 취하게 된다.

도표 5는 도시철도 화재 F114 Level 1 에 대한 비상대응주체별 Activity-Action 중 승객을 대상으로 한 분류의 예시이다.

도표 5. Level 1에 대한 비상대응주체별 Activity-Action의 예시 (도시철도 화재 F114)

| 대상 | ACTIVITY  | ACTION  |
|----|-----------|---|
| 승객 | 열차 내 사고전파 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪기관사에게 상황 전파한다.</li> <li>▪외부관계기관에게 상황 전파한다.</li> <li>▪사령실에게 상황 전파한다.</li> </ul>                          |
|    | 역사 내 사고전파 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪기관사에게 상황 전파한다.</li> <li>▪사령실에게 상황 전파한다.</li> <li>▪역무원에게 상황 전파한다.</li> <li>▪외부관계기관에게 상황 전파한다.</li> </ul> |
|    | 초기대응      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪승객이 초기대응 시도한다.</li> <li>▪기관사에게 대응상황 전파한다.</li> </ul>  |
|    | 열차 내 대피   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪열차에서 승객이 대피를 실시한다.</li> </ul>   |
|    | 역사 내 대피   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪역사에서 승객이 대피를 실시한다.</li> </ul>   |
|    | 터널 내 대피   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪터널에서 승객이 대피를 실시한다.</li> </ul>   |

### 3.4 비상대응주체별 행동요령 전산화 모델 개발

지금까지 구축된 모든 내용을 종합하여 시나리오 상황에 따른 인원별 비상대응 프로그램을 개발하였다. 각 비상사태별 Activity-Action의 내용이 너무 방대하게 때문에 보고서를 통한 공유보다 내용의 전산화를 통해 간편히 사용할 수 있도록 하는데 목적이 있다. 프로그램은 현재 윈도우를 기반으로 시나리오, 비상대응절차, 대응주체별 행동요령을 전산화하여 사용성 및 관리의 편의성을 제공하며 현재 유형별 비상사태 코드에 따라 철도사고의 형태, 대상, 위치에 따라 구분되어 선택 할 수 있다. 프로그램은 비상사태 시나리오 설정과 대상을 설정하면 각각에 맞는 Activity와 Action이 추출되도록 구축되어 있으며 Activity와 Action을 만들어 넣어 업데이트 할 수 있는 기능이 추가되어 있다.



그림7. 시나리오 상황에 따른 인원별 비상대응 프로그램의 주요화면

#### 4. 결 론 및 향후과제

본 논문에서는 기존의 도시철도에 국한되었던 연구에서 탈피하여 도시·광역, 일반, 고속철도별로 구분하여, 모든 비상사태에 효과적으로 대응하기 위해 진행하였다. 철도종류별, 비상사태 유형별 시나리오를 기존보다 좀 더 효율적이고 현실적인 시나리오가 구축되었다. 또한 이에 따른 Activity-Action Diagram과 비상대응 절차도 마찬가지로 효율적인 절차가 개발되었다. 위 연구결과들을 간단히 그리고 누구나 사용하기 편하게 전산화를 하여 프로그램으로 제작하였다. 하지만 본 논문에서 구축된 시나리오 상황에 따른 인원별 비상대응 프로그램은 계속적으로 진행 중에 있는데 후에는 WEB과 연계가 되어야 하겠다. 최종적으로는 지금까지 구축된 연구내용을 바탕으로 각 철도종류에 맞는 비상대응 표준 운영절차서를 개발하여야 한다. 표준운영절차서는 본 연구에서 구축된 철도종류별 비상대응주체 행동요령을 기반으로 각 비상사태별 공통적인 행동요령을 찾아내어 보고서 형식의 어렵고 무거운 내용이 아닌 현실에 맞고 국민누구나 친근하게 다가갈 수 있는 만화 등의 형식으로 개발되는 추가연구가 필요 하겠다.

#### 참고문헌

1. 임광균, 김시곤 (2006년), “철도사고유형분류 및 표준화방안” 대한토목학회논문집, 제26권 1D호, pp. 133-140
2. 정기일, 김시곤 (2006년), “철도비상사태 시나리오 기반 비상대응절차 구축방안 연구” 대한교통학회
3. 왕현주, 김시곤 (2007년), “도시철도 비상사태유형별 표준운영절차서 구축을 위한 비상대응 시나리오 작성방안 - 화재사고를 중심으로” 대한토목학회논문집, 제27권 1D호, pp. 131-140
4. 철도청(2003), “철도사고 분석보고서”
5. 철도청(2004), “고속철도 사고유형별 대응절차서”
6. 건설교통부(2004), “고속철도 대형 화재 위기관리 표준매뉴얼”
7. 건설교통부(2004), “지하철 대형 화재 위기관리 표준매뉴얼”
8. 건설교통부(2005), “철도종합안전기술개발사업 철도사고 및 비상대응 관리체계 구축”
9. 서울지하철공사(2003), “재난/장애대비 역별SOP 대피경로 및 조치요령”
10. 서울지하철공사(2004), “안전종합자료집”