

# 철도 비상대응절차서 검토기준

## Review Guideline of Railway Standard Operation Procedures for Emergency Response

심영록\*  
Sim, Young Rok

서상문\*\*  
Suh, Sang Moon

박근옥\*\*  
Park, Geun Ok

### ABSTRACT

This paper presents a review guideline for evaluating SERPs(standard emergency response procedure) in rail accidents. In order to develop it, design elements of the SERPs, that impact the performance of emergency responding personnel, were identified. Then several review guidelines and standards, being used in other industries including nuclear domain, were surveyed. Finally, the review guides and criteria corresponding to those elements were derived from the survey.

### 1. 서론

국가는 철도운영자들로 하여금 철도안전의 확보를 위하여 필요한 사항을 규정하고 철도안전관리체계를 확립함으로써 공공복리의 증진에 기여하기 위해 「철도안전법」을 두고 제8조 1항에 ‘비상사태란 철도에서 화재·폭발·열차탈선 등이 발생한 경우’ 라고 정의하고 있다. 즉, 철도운영 측면에서의 비상사태란 화재·열차탈선 및 천재지변, 테러와 전시에 준하는 사태가 발생되어 통상적인 방법으로는 정상적인 운행이 불가능하여 열차 운행의 중단 또는 인적, 물적 피해규모가 심각하게 예상되는 사태로 정의할 수 있다.

철도의 비상대응 표준운영절차는 건설교통부 고시 제2005-6호의 “철도 비상대응계획 수립에 관한 지침”의 제2조에 의거 철도운영자 등이 수립하여야 할 절차이다. 비상대응 표준운영절차서는 철도에 있어서 발생될 수 있는 실제사고를 바탕으로 모든 비상대응절차를 구축하여 다양한 비상대응 주체별로 행동요령을 정의하고 철도운영기관에서의 활용성 및 관리의 효율성을 높일 목적으로 작성된다.

본 논문은 그림 1과 같이 연구수행 방법 및 절차에 따라 수행되었다. 철도 절차서에서 인적오류에 영향을 미치는 요인이 무엇인가를 밝히고 인적수행도 설계요소를 식별하였다. 또한 타 산업(원자력, 항공 등)에서 절차서 개발에 사용되는 Code 및 Standard 등과 같은 문헌을 조사 및 검토하여 이를 비상대응 절차서 검토기준을 개발하는데 사용하였다.

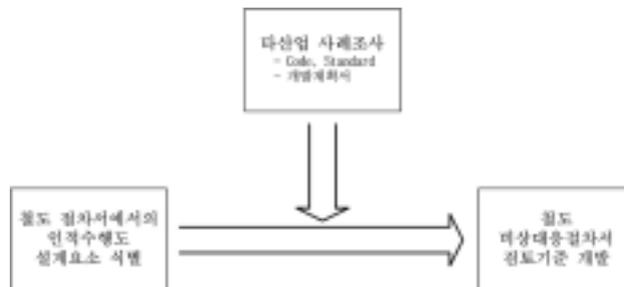


그림 1 비상대응절차서 검토기준 연구수행 방법 및 절차

\* 삼창기업(주), 비회원

E-mail : syr1312@samchang.com

TEL : (042)868-2271 FAX : (042)861-9618

\*\* 한국원자력연구소, 비회원

## 2. 개발 일반지침[1]

원자력 산업의 비상운전절차서 개발체계에 기반을 두어 철도 비상대응절차서 개발체계는 그림 2의 흐름도와 같다. 철도운영기관이 비상대응절차서 작성, 확인 및 검증에 대한 개발 과정에 대한 지침을 다음과 같이 제공한다.

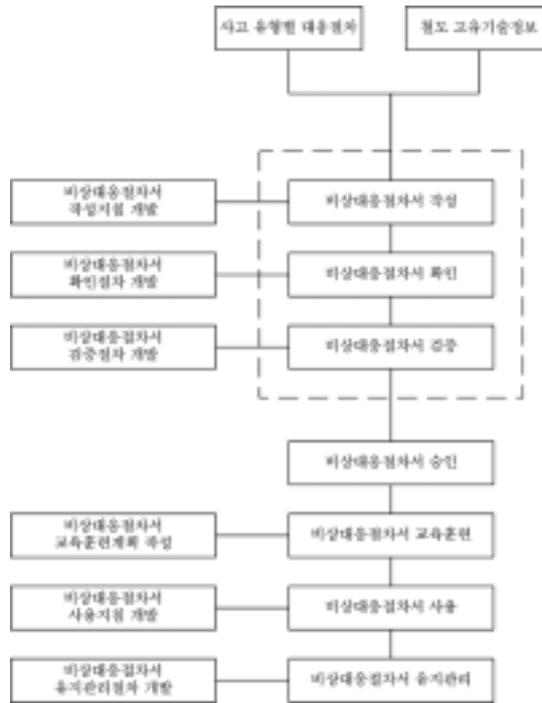


그림 2 비상대응절차서 개발 흐름도

### 2.1 준비단계

비상대응절차서 작성을 위해 철도 운전에는 필요한 전문지식 및 운전경험이 풍부한 철도 종사자와 비상대응절차서에 인적요소가 적절하게 고려될 수 있도록 인간공학 전문가 등으로 비상대응절차서 개발팀을 구성하여 전반적인 작성과정에 대하여 교육을 실시한다. 비상대응절차서 개발팀은 비상대응절차서 기초자료를 입수하고 검토한다.

### 2.2 비상대응절차서 작성

개발팀은 “비상대응절차서 작성지침”을 개발하여 제반 원칙에 따라 비상대응절차서를 작성하며, 비상대응절차서 작성과정에서 인적요소가 적절히 고려될 수 있도록 해야 한다.

### 2.3 비상대응절차서의 확인

개발된 비상대응절차서의 확인을 위해 철도 운전에는 필요한 전문지식과 운전경험이 풍부한 철도 종사자로 개발팀과 별도로 확인팀을 구성하고 전반적인 확인과정에 대해서 교육을 실시한다. 확인팀은 비상대응절차서가 “비상대응절차서 작성지침”에 따라 정확하게 작성되었는지와 비상대응절차서 기초자료의 기술적 내용을 적절히 반영하였는지를 “비상대응절차서 확인절차”를 개발하여 세부절차에 따라 확인하고 확인과정에서 드러난 문제점의 해결방안을 강구하여 비상대응절차서에 반영한다.

## 2.4 비상대응절차서의 검증

철도운영기관은 개발된 비상대응절차서의 검증을 위해 철도 운전애 필요한 전문지식과 운전경험이 풍부한 철도 종사자와 개발된 비상대응절차서에 인적요소가 적절하게 고려되었는지를 검증할 수 있도록 인간공학 전문가 등으로 검증팀을 구성하여 전반적인 검증과정에 대해서 교육을 실시한다. 검증팀은 비상대응절차서가 비상 상황 하에서 철도 종사자의 능력 및 한계가 고려된 적절한 정보를 제공하는지와 철도 종사자의 인적능력 및 행정체계와 일치하는지를 “비상대응절차서 검증절차”를 개발하여 세부절차에 따라 시뮬레이터 등을 이용하여 검증하고, 검증과정에서 드러난 문제점의 해결방안을 강구하여 비상대응절차서에 반영한다.

## 3. 검토기준

절차서는 완전하고, 정확하고, 일관성 있고, 이해하기 쉽고, 따르기 쉽도록 개발되어야 한다. 지침에 따라 개발된 절차서 구성, 형식, 내용에 있어 일관성이 있어야 한다. 행위 단계의 기술방법, 사용될 약어 목록 및 용어 규정을 포함하여 절차서의 내용과 형식에 대한 지침을 제공해야 한다.[5]

### 3.1 절차서 제목 및 번호체계

각각의 비상대응절차서 제목 및 번호체계는 절차서 상호간의 구분이 용이하도록 표기함으로써 절차서의 작성, 검토, 개정, 분배 및 사용 등의 제반 과정들이 쉽게 관리될 수 있도록 한다.[4]

각각의 비상대응절차서는 철도 종사자가 쉽게 찾을 수 있고 최신 개정본임을 확인할 수 있도록 표지에는 적용차종과 절차서의 번호, 제목, 개정번호, 개정일자, 총 페이지 수 등을 표기한다.[4] 각각의 비상대응절차서는 철도 종사자가 쉽게 찾을 수 있도록 그 절차서의 적용범위를 함축적으로 나타낼 수 있는 제목을 사용해야 한다.[4]

각각의 절차서 번호는 “00-00”으로 그 사용목적에 따라 2자리 아라비아 숫자의 일련번호(01, 02 등)로 표기한다. 단계별 조치사항의 번호 및 기호 사용시에는 구분이 명확하여 혼동이 없도록 표기한다. 그림 3과 같이 불만족시 조치사항은 왼쪽란의 해당 조치사항과 같은 행에, 동일한 단계번호를 가지도록 해야 하며, 불만족시 세부조치사항의 번호는 왼쪽란의 번호체계와 혼동을 피하도록 번호체계를 적용한다.



그림 3 단계별 조치사항 번호체계

개정번호의 표기는 정확하고 효율적인 절차서의 유지, 관리를 위해 첨부를 포함한 모든 절차서 페이지에 개정번호를 표기한다. 개정번호는 2자리 아라비아 숫자의 일련번호(01, 02 등)로 표기한다. 부분적인 개정인 경우에는 절차서 양식의 오른쪽 여백 해당부분에 세로줄을 긋고, 그 오른쪽에 개정번호를 표기한다.

절차서의 각 페이지에는 절차서의 제목과 번호, 개정번호, 개정일 및 페이지 누락을 방지하기 위해 페이지 하단 중앙에 해당 절차서 중의 “현재 페이지 순번/총 페이지 수”를 표기하고, 견출참조페이지도 하나의 페이지로 간주하여 번호를 부여한다.

### 3.2 절차서 구성

절차를 효과적으로 수행하기 위해 절차서는 너무 상세히 기술하는 것을 피해야 한다. 비상대응절차서의 구성은 다음과 같이 구성한다.

- 목적 : 달성하고자 의도하는 사항을 기술한다.
- 적용범위 : 증상 또는 적용조건의 범위를 기술한다.
- 용어 정의 : 절차서에 사용되는 용어를 정의한다.
- 급보체계 : 급보에 관련된 사항을 기술한다.
- 절차 : 단계별 철도 종사자의 조치사항을 기술한다.
- 붙임 : 절차 수행에 필요한 참고사항을 기술한다.
- 약어 정의 : 절차서에 사용되는 약어를 정의한다.

절차 수행 중에 각 단계의 수행여부를 점검토록 절차를 간략하게 요약하여 흐름도 형식으로 작성하며, 흐름도에는 각 단계의 번호와 시작과 종료 확인 공간, 해당 페이지, 계속수행 또는 비순차적 수행 단계 및 필수 확인 단계 등을 그림 4와 같이 표기한다. 보다 상세한 내용은 3.4항을 참조한다.

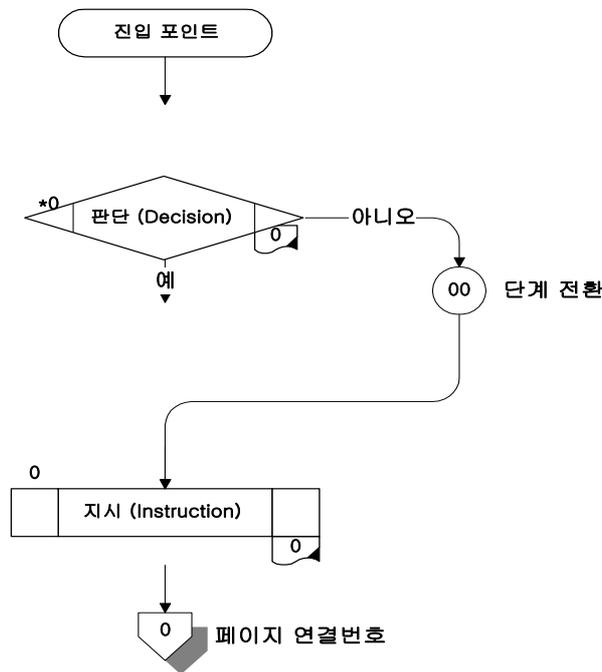


그림 4 절차진행 확인 흐름도(Flow Chart) 심벌

### 3.3 절차(단계별 조치사항)의 기술

단계별 조치사항은 간결하면서도 정확한 의미전달이 가능해야 한다.

조건적 단계의 논리용어를 사용 시에는 일련의 조치 또는 조건들을 정확하게 기술하기 위해 “그리고 (~과, 와)”, “또는(~나)”, “아니고”, “만약 ~이면(If)”, “~이면(When)” 등의 논리용어를 사용한다. 동일한 단계 내에서 “그리고(~과, 와)”와 “또는(~나)”의 논리용어를 동시에 사용할 경우에는 논리문장이 애매해져서 철도 종사자의 혼란을 야기할 수 있으므로, 하나의 조치사항에 “그리고(~과,

와)”와 “또는(~나)”의 논리용어를 동시에 사용하지 않도록 유의하며, 만약 조건의 조합(combination)을 나타내기 위해 반드시 필요하다면(“A or (B and C)”, “(A or B) and C” 등), 조건을 그룹 짓기 위해 열거형식을 사용하여야 한다. 만약 조건문에 2개의 항목이 만족되어야 할 경우에는 “그리고(~과, 와)”를 사용할 수 있으나, 3개 이상의 조건이 만족되어야 하는 경우에는 열거형식을 사용한다.

열거(list) 형식을 사용 시에는 2개 이상의 조항(clause), 조치대상(object), 대안(alternative) 등을 간결하고 눈에 잘 띄이도록 기술할 수 있으며, 다수의 항목을 계속되는 연결어의 사용을 피하고 논리적으로 단순화할 수 있다. 만약 가능하다면, 긴 열거형식은 성격별로 그룹을 지어야 한다.

점검란(Checkoff Provision)은 철도 종사자가 나열된 조치사항의 수행여부를 점검할 수 있도록, 필요한 경우에는 나열 항목별로 점검란을 두며, 적용항목 및 형식에 일관성을 유지한다.

모든 단계에 적용되는 주의(Caution or Warning)는 첫 번째 철도 종사자 조치단계의 앞에, 특정 단계에만 적용되는 주의를 해당 조치단계의 바로 앞의 동일한 페이지에 기술한다. 철도 종사자에게 조치결과 및 상태의 잠재적인 위험성을 알리기 위해 꼭 필요한 경우에 사용하며, 철도 종사자의 조치사항을 주의로 작성하여서는 안 된다.

참고(Note)는 가능한 한 관련 절차의 앞부분에 위치하도록 하고, 절차의 결과로서 나타나는 사항이면 절차의 바로 뒤에 기술한다. 철도 종사자 조치사항에 대해 설명을 덧붙일 경우에 사용하며, 철도 종사자의 조치사항을 참고로 작성하여서는 안 된다.

강조기법은 해당 항목별로 모든 절차서에서 일관성을 유지한다. 강조하여야 할 문장이나 철도 종사자의 혼동을 유발할 수 있는 어휘는 글자의 글꼴, 굵기, 크기, 이탤릭체를 적용하거나 글상자 및 색깔 등을 이용한다. 다음의 사항 등에 적용할 수 있다.

- 주의 (제목 및 내용 포함)
- 참고 (제목 및 내용 포함)
- 논리용어 (그리고, 또는 등)
- 절차서의 번호, 제목, 각 항목 제목(목적, 적용시점, 종료시점 등)
- 단계별 항목번호 및 주 철도 종사자 조치사항
- 참조 또는 전환 절차서 번호, 제목 및 단계
- 첨부부 부제 및 번호

참조(Reference)는 현재의 절차서를 수행하면서 해당 단계를 보완하기 위해 다른 절차서나 수행중인 절차서의 다른 단계의 정보를 이용하기 위해 필요한 경우에 적용한다. 전환(Branching)은 “~로 간다.” 또는 “~를 수행”라는 용어를 사용하며, 현재의 절차서를 떠나서 다른 절차서로 가거나, 또는 현재 절차서 내의 어느 단계로부터 동일한 절차서의 다른 단계로 가는(Jump) 것을 의미한다. 절차서를 전환할 때는 가능한 한 전환할 구체적인 절차서를 명시한다.

### 3.4 절차진행 확인 흐름도

흐름도는 정보를 제공하기 위해 심벌체계를 적용한 것으로서 판단과 조치 수행에 오해를 유발하여서는 안 되므로 명확하고 일관되며 이해가 쉬운 형태를 유지하여야 한다. 흐름도 상의 문자는 판독에 문제가 없을 정도로 크고 화살표는 구분에 혼동이 없도록 간격을 충분히 벌려야 한다. 인적실수를 방지하도록 다이어그램의 배열순서와 시각적인 고려를 한다. 공간이 제한되므로 가능한 한 간략하게 정보를 기술한다. 판단과 지시의 심벌에는 해당 단계의 시작과 완료의 점검과 단계가 위치한 페이지의 표기를 위한 공간을 마련한다.

심벌은 다음과 같은 기준을 따른다.

- 판단(Decision)은 다이아몬드 내에 위치하며, “예”와 “아니오”를 묻고 “예”는 아래로 “아니오”는 우측으로 나가는 단순한 질문 형태를 가진다.
- 지시(Instruction)는 사각형 내에 위치하며, 최대한 간략하게 기술하여 단순한 동사와 대상으로

구성한다.

- o 진입 포인트(Entry Point)는 타원형 내에 위치하며, 최대한 간략하게 기술한다.
- o 흐름경로(Flowpath)는 흐름도 내에서 원활하고 실수 없는 이동을 지시하며, 각 경로에는 1개 이상의 화살표를 표기하고 진행 방향은 화살표가 있는 쪽이다.
- o 화살표(Flowline)
  - 진행방향은 위에서 아래로, 좌에서 우로 간다.
  - 모든 심벌의 좌측이나 상부로 들어가고, 우측이나 하부로 나간다.
  - 불필요하게 방향을 바꾸거나 길게 유지하거나, 또는 교차되지 않도록 한다.

### 3.5 문장작성기법

철자는 현대문법에 맞고 철도 종사자가 쉽게 이해할 수 있는 표준말을 사용한다. 하이픈(-)은 복합어를 구성하는 단어 사이에 삽입하거나, 부가적인 설명이 요구될 경우에 사용한다.

구두법은 용이한 내용 이해와 판독을 위해서 필요한 경우에 사용하며, 문장중의 구두점 사용은 최소화하고, 많은 구두점이 필요할 경우에는 가능한 한 문장을 여러 개로 분리하여 작성한다.

- o 콜론( : )은 뒤의 여러 항목을 나열해야 할 경우에 사용한다.
- o 콤마( , )는 분명하고 읽기 쉽게 하기 위해 조건구문의 뒤에 사용한다. 콤마의 사용이 많다는 것은 지시사항이 너무 복잡하다는 것을 의미하므로, 그러한 경우에는 문장을 분리해서 작성한다.
- o 괄호( ( ) )는 절차서의 다른 표현을 나타내거나, 어느 단계나 용어를 보충하기 위해 사용한다.
- o 마침표( . )는 완성된 문장의 끝부분이나 소수점 이하 숫자 표시를 할 때 사용한다.
- o 인용 부호( “ ” )는 기기, 스위치 위치 등의 이름을 특별히 표기할 때 사용한다.

절차서 내의 어휘는 훈련받은 철도 종사자가 정확하게 이해할 수 있도록 간단명료하게 사용한다. 통상적으로 사용되는 짧은 음절로 이루어진 간단한 단어를 사용한다. 의사전달에 일반적으로 사용되는 용어와 약어를 사용한다. 동의어는 혼란을 유발하므로 하나의 대상이나 조치에는 동일한 용어를 일관되게 사용한다. 추상적이거나 포괄적인 의미의 단어보다는 구체적이고 명확한 의미의 단어를 사용한다. 문어체적인 공식적인 단어보다는 실제로 자주 사용되는 단어를 사용한다. 한 가지 이상의 의미로 해석될 수 있는 애매한 단어보다는 명확한 단어를 사용하거나 의미를 명확하게 정의하여 사용한다. 조치동사는 명확한 의미를 나타내는 동사를 사용한다.

수치는 아라비아 숫자를 사용하여 표기한다. 소수점 이하는 앞에 “0” 을 붙여(0.1 등) 표기한다.

약어를 사용시에는 약어에 익숙하지 않은 철도 종사자에게 혼란을 줄 우려가 있으므로 사용을 최소화하며, 시간과 공간이 제한되고 그 의미가 명확한 경우에만 사용한다. 모든 절차서에서 동일한 형태와 의미로 사용하고 의문이 있는 경우에는 완전하고 명확하게 설명한다. 영문 약어는 대문자로 표기하며, 사용에 혼란을 줄 수 있는 경우를 제외하고는 마침표를 생략한다.

### 3.6 인쇄

절차서의 외형은 “A4 중” 크기로 한다. 페이지의 완전함을 확인할 수 있도록, 모든 페이지는 상하, 좌우 양쪽 끝과 일정 여백을 가진 테두리선을 가져야 한다. 테두리선과 본문 내용과는 일정한 간격을 유지한다. 본문 및 테두리선은 책자화 했을 때 가려지지 않도록 정렬한다. 페이지 표기는 하부 테두리선 아래 중앙에 위치하도록 한다.

비상대응절차서의 본문의 글씨는 명조체의 기본형 및 활용형을 사용하고, 10 Font 이상의 크기로 하며, 강조체의 경우는 3.3항의 강조기법에 따라 선택하되 모든 절차서에서 일관되게 적용한다.

전체 절차서에는 동일한 종이의 지질을 사용하고, 문장과 그림, 표 등에 적용된 색상이 본래의 색을 일관성 있게 나타나도록 인쇄한다. 사용되는 색상의 수는 필요한 정보를 전달할 수 있는 최소한으로 한다. 특정한 정보를 표시하기 위해 사용한 색상을 다른 정보를 표시하기 위해 사용해서는 안 된다. 중요

한 정보에 대해 철도 종사자의 주의를 환기시키기 위해서 명도와 채도가 높은 색상이 효과적이거나 너무 많이 사용해서는 안 된다.

참고문헌 4에 따라 원자력 산업에서 사용되는 전형적인 색상과 의미는 표 1과 같다. 따라서 철도산업에서 사용되는 특정한 색상에 대한 연상 의미가 철도 종사자에게 이미 널리 사용되고 있다면 그대로 사용해야 하며 다른 정보를 표시하는 데 사용해서는 안 된다.

문장, 그림, 표 등을 작성하는 소프트웨어는 각 부분별로 구분하여 사용할 수 있으며, 흐림도 작성용으로 적용한 파워포인트, 비지오(VISIO) 등 일반적으로 널리 사용되는 것을 적용한다.

표 1 전형적인 색상과 의미

색상	연상 의미	주목성	보색
적색(red)	위험함(unsafe), 위험(danger), 경보상태(alarm state), 뜨겁다(hot), 열림/흐름(open/flowing), 닫힘/멈춤(closed/stopped)	좋음(good)	흰색(white)
노란색(yellow)	위험(hazard), 주의(caution), 비정상 상태(abnormal state), 오일(oil)	좋음(good)	검정색(black), 어두운 청색(dark blue)
녹색(green)	안전(safe), 만족할 만한(satisfactory), 정상 상태(normal sate), 열림/흐름(open/flowing), 닫힘/멈춤(closed/stopped)	나쁨(poor)	흰색(white)
밝은 청색 (light blue(cyan))	조언(advisory), 탄산수(aerated water), 차갑다(cool)	나쁨(poor)	검정색(black)
어두운 청색(dark blue)	조언(advisory), 미처리된 물(untreated water)	나쁨(poor)	흰색(white)
심홍색(magenta)*	경보 상태(alarm state)	좋음(good)	흰색(white)
흰색(white)	조언(advisory), 증기(steam)	나쁨(poor)	녹색(green), 검정색(black), 적색(red), 어두운 청색(dark blue), 심홍색(magenta)
검정색(black)	배경(background)	나쁨(poor)	흰색(white), 밝은 청색(light blue), 노란색(yellow)

#### 4. 결론

비상대응절차서는 철도에서 이상사태가 발생될 경우, 사고 완화를 위한 철도 종사자의 지침이 되어야 하므로 기술적으로 정확해야 할 뿐만 아니라, 비상 상황 하에서 절차서의 사용측면에서도 완벽하고 체계적인 대응조치를 취할 수 있어야 한다.

본 논문은 철도 비상대응절차서를 개발하는데 충분한 인적요소를 고려한 지침서로써 철도 종사자의 혼란과 오류를 최소화한다. 완전하고, 정확하고, 일관성 있고, 이해하기 쉽고, 따르기 쉬운 절차서 개발을 위한 과정을 확립하기 위해 작성자 지침이 개발된다. 지침은 충분히 객관적인 기준을 포함함으로써 지침에 따라 개발된 절차서가 구성(organization), 형식(style), 내용에 있어 일관성이 있어야 한다. 행위 단계의 기술 방법, 사용될 약어 목록 및 용어 규정을 포함하여 절차서의 내용과 형식(format)에 대한 지침을 제공한다.

또한 철도 비상대응절차서에 대한 개발과 개정시 활용될 수 있도록 적용 가능한 기준 및 지침을 제시하고 있다. 따라서 향후 비상대응절차서를 수립·보완하는데 활용될 수 있을 것으로 기대되며, 비상대응절차서 입안자, 검토자 또는 개정자에게 기준 및 지침이 적절하게 적용되어 작성될 수 있도록 참고자료로서 활용될 수 있을 것이다.

\* 노란색 위에 심홍색은 방사선 주의를 위한 원자력 산업 표준이다.

## 참고문헌

1. KINS/AR-601, “비상운전절차서 기술기준 개발”, 1998.12
2. IAEA, Safety Reports Series No. 48, “Development and Review of Plant Specific Emergency Operating Procedures”, 2006.02
3. NUREG/CR-1977, “Guidelines for preparing emergency procedures for nuclear power plants”, 1981
4. NUREG-0700, Rev.2, “Human-System Interface Design Review Guideline”, 2002.05
5. NUREG-0711, Rev.2, “Human Factors Engineering Program Review Model”, 2004.02
6. NUREG-0899, “Guidelines for the Preparation of Emergency Operating Procedures”, 1982
7. NUREG-0800, Rev.0, “Standard Review Plan”, Chapter 13.5 (Administrative Procedures), 1981.07
8. NUREG/CR-5228, “Techniques for Preparing Flowchart-Format Emergency Operating Procedures”, 1989