

철도사고유형별 임시복구 표준운영체계(안) 개발

Development of Standard Operation System of Emergency Restoration for Railway Accidents

박용걸[†] · 성덕룡* · 최승룡** · 서상교***

Yong-Gul Park · Deok-Yong Sung · Sung-Yong Choi · Sang-Kyo Suh

Abstract This paper suggests to standardize railway accident restoration types as the code and standard operation system for efficient railway accident management. First of all, the damage types of the railway accidents in domestic have been carefully analyzed and reclassified. This study suggested the combination of 3 distinct code factors: restoration class, restoration object, and restoration location to standardize them. In addition, this study suggested procedures to make the standard operation system of emergency restoration, defined the worst case of emergency restoration and the important events. Therefore, the standard operation system of emergency restoration is developed. It shall play a major role as the database system for railway accident management, minimum of damage and rapid control of accident.

Keywords : railway accident, emergency restoration, classification, standard operation procedures(SOP)

요 지 본 연구에서는 효율적이고 신속한 철도사고처리를 위해 임시복구 표준화(code) 및 표준운영체계(안)을 제시하고 있다. 우선, 철도사고유형을 국내·외 철도사고유형별 피해종류로 재분류하였으며, 이를 관련분야, 복구대상, 사고 위치의 3자리 표준화된 코드로 제시하였다. 또한, 임시복구 표준운영체계(안) 수립방법을 정립하고 표준화된 임시복구 유형별 최악의 경우(worst case)와 임시복구절차 수립을 위한 중요항목(event)을 도출하여 임시복구유형별 임시복구 표준운영절차를 제시하였다. 이러한 표준화(code) 및 표준운영절차는 철도사고 DB관리, 신속한 사고처리 및 피해최소화를 위한 철도사고 비상대응관리체계 구축에 중요한 역할을 담당할 수 있을 것이다.

주 요 어 : 철도사고, 임시복구, 표준화, 표준운영절차

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

철도는 차량, 시설, 전기, 신호, 통신 등이 종합된 시스템으로 구성되어 있으며, 이를 운영하여 대량의 승객을 안전하고 신속정확하게 수송해야하는 책임이 주어져 있다. 이러한 철도시스템 특성상 다양한 형태의 사고로 인한 피해가 발생할 수 있으며 경우에 따라서는 여러 가지 사고피해

가 중복하여 발생하기도 한다. 또한, 2002~2006년의 국내(코레일) 철도사고 발생현황을 살펴보면 철도사고로 인한 지연료 반환 및 응급복구비가 차량, 선로, 시설물의 복구비 중 약 50%를 차지하고 있는 것으로 조사되었다[1].

이와 같이 철도사고 및 장애로 인한 지연료 반환은 고속철도 위주의 운영체제 변경에 기인한 것이며, 철도사고발생 시 신속한 대처로 사고확대를 방지할 수 있는 수습체계 마련이 철도 운영의 중요한 관건이라 할 수 있다. 하지만 현재까지 국내 각 철도운영기관들에서는 여러 분야에 걸쳐 철도사고 예방을 위해 노력하여 왔으나 신속한 사고 및 장애 처리를 위한 임시복구체계 구축에 대한 인식이 부족하고, 철도사고 및 장애에 있어 체계적인 분석 및 데이터베이스(DB)가 이루어지고 있지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 철도사고 발생 시 신속하고 체계

[†] 책임저자 : 정회원, 서울산업대학교 철도전문대학원, 교수, 공학박사
E-mail : ygpark@snut.ac.kr

TEL : (02)970-6575 FAX : (02)978-6575

* 교신저자 : 정회원, 서울산업대학교 철도전문대학원, 박사수료

** 정회원, 서울산업대학교 철도전문대학원, 박사수료

(한국철도시설공단, 호남지역본부, 본부장)

*** 정회원, 서울산업대학교 철도전문대학원, 철도건설공학과, 박사수료

적인 복구와 사고피해유형별 DB구축을 위한 임시복구유형 표준화(code) 방안을 제시하고, 신속한 사고수습을 통해 열차지연을 최소화 할 수 있는 임시복구유형별 표준운영체계(안)를 개발하여 제시하고자 하였다.

1.2 연구내용 및 범위

철도종합안전체계는 크게 예방, 대비, 대응, 복구로 구성되며, 본 연구의 임시복구는 Fig. 1과 같이 철도비상사태 대응의 범위에 속한다. 또한, 철도비상사태 대응에 속하는 임시복구에 대한 의미는 Table 1과 같다.

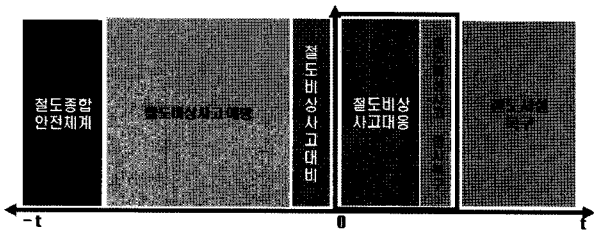


Fig. 1. Concept image of railway safety management[2]

Table 1. Step of railway emergency response[2]

단계	내용
예방 (Prevention)	비상사고 발생 시 신속한 비상대응을 위하여 각종 비상대응장비·시설·조직 등이 잘 갖추어져 있는지, 장비 및 시설의 파손이나 오작동이 없는지 등을 사전에 점검하기 위한 단계로 점검표(Check List)로 구성함
대비 (Preparedness)	비상사고 발생 시 신속한 비상대응을 위하여 모의 비상사고를 가정 후 비상대응관련자들이 비상대응 절차에 따라 신속·정확하게 대응해 나가는지 점검하기 위한 단계로 훈련의 평가, 행동요령의 적절성 등을 검토하는 점검표(Check List)로 구성함
대응 (Response)	다양한 사고 시나리오를 기반으로 구축된 비상대응표준운영절차서에 따라 실제 사고 발생 시 비상대응관련자들이 신속하게 인명 등을 구조하는 단계
임시복구 (Emergency Restoration)	비상사고 발생 시 신속히 인명을 구조한 후 손상된 설비 및 시설 등의 임시복구를 통하여 신속한 임시열차 운행이 가능하도록 하는 단계

일반적으로 사고가 전개되는 시간적 흐름과 임시복구의 전개 범위는 임시복구반의 투입, 복구, 선로개통 순으로 진행된다. 그러나 어떤 사고유형들은 임시복구가 아닌 완전 복구 단계로 진행되기도 한다. 이러한 기본 개념에서 임시복구의 범위는 인명 등을 구조하는 대응 단계가 완료되고, 임시복구반이 투입되는 순간부터 임시열차 운행이 가능한 단계까지로 설정하였고, 완전복구를 위한 절차는 본 연구에서 제외하였다.

1.3 연구수행절차

본 연구에서는 Fig. 2와 같이 기존 철도운영기관의 임시 복구 운영체계의 문제점을 검토하여 개선안을 도출하였으며, 이를 토대로 9가지 철도사고유형에 대하여 임시복구 표준운영체계 수립을 위한 임시복구유형 분류 및 표준화(code)를 제시하였다. 또한, 임시복구유형별 최악의 경우(worst case)를 도출하여 임시복구 절차 수립에 필요한 중요항목(event)을 설정하였다.

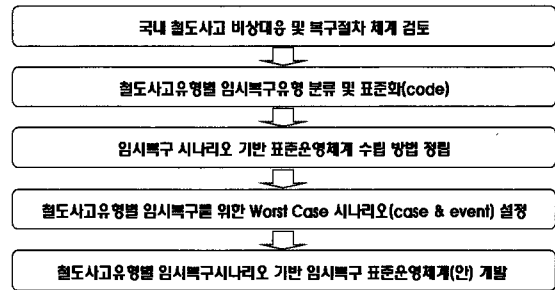


Fig. 2. Flowchart for development of standard operation system of emergency restoration

2. 국내 철도사고 임시복구 운영체계 현황

2.1 국내 철도사고유형 분류방법

국내에서는 철도사고유형을 비상대응관점에서 9가지(충돌사고, 탈선사고, 화재사고, 사상사고, 차량장애, 시설장애, 자연재해, 위험물, 테러)로 분류하고 있다(Table 2 참조).

Table 2. A classified catalogue of railway accidents[2]

철도사고 종류	철도사고 형태
충돌사고	정면/후면/측면충돌/열차창문파손
탈선사고	열차탈선
화재사고	열차화재/건물화재/시설화재
사상(인명)사고	공중사상/여객사상/직무사상/승객위급상황
차량장애	차량고장 및 장애
시설장애	송전고장 및 장애/선로고장 및 장애/ 신호보안장치 고장/검지장치 작동시/ 시설물붕괴/통신시설장애/기계시설장애/ 전기시설장애
위험물 사고	폭발물사고/독가스 발생
자연재해	낙석/침수/강풍/강설/지진/해일/호우/낙뢰/안개
테러	폭탄테러/방화테러/생화학/독극물/방사능/ 인질극/사이버테러/시위성테러

2.2 국내 철도사고 비상대응체계 현황

국내 철도운영기관에서 적용하고 있는 열차탈선 시 복구 절차는 Fig. 3과 같다. 국내 철도운영기관의 비상대응체계는 큰 범위에 대한 복구절차가 제시되어 있으며, 간략한 행동요령만을 제시하고 있다.

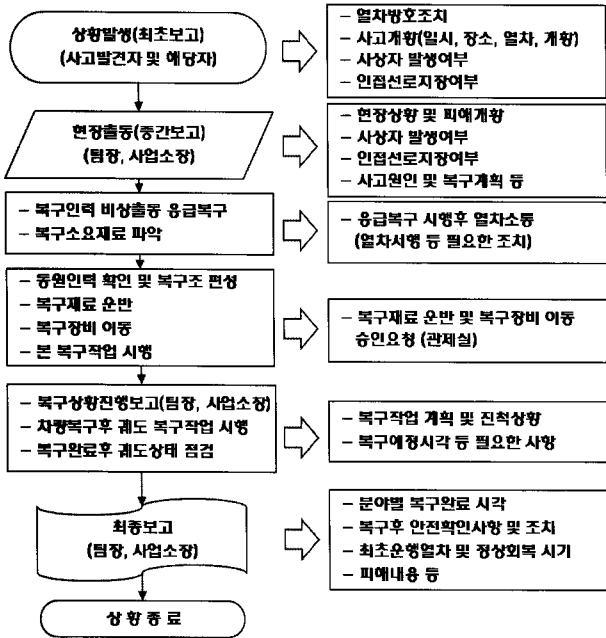


Fig. 3. SOP for derailment among railway accidents [3]

2.3 국내 철도운영기관별 사고복구 조직체계

국내 철도운영기관의 사고복구 조직도는 Fig. 4와 같다.

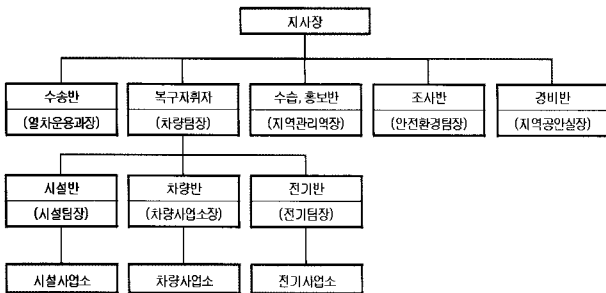


Fig. 4. Organization chart for restoration of railway accidents [3]

Fig. 4에서와 같이 국내 철도운영기관의 사고복구 조직은 크게 수송반, 수습 및 홍보반, 조사반, 경비반, 그리고 실제적인 사고복구를 담당하는 시설반, 차량반, 전기반으로 구성되어 있다. 복구지휘자는 사고피해유형에 따라 차량반 팀장, 시설반 팀장, 전기반 팀장으로 정해질 수 있다.

2.4 문제점 및 시사점

국내에서는 철도사고유형을 9가지로 구분하고 있으며, 철도사고유형에 따른 표준운영절차서가 마련되어 있다. 하지만 철도사고로 인한 피해는 여러 가지 피해종류가 복합적으로 발생할 수 있으나 현 철도사고 표준운영체계는 비상대응관점에서 접근하고 있어 이를 반영하지 못하고 있다. 즉, 비상대응관점에서 구분된 철도사고유형별 신속한 사고처리 및 수습을 위한 임시복구유형 분류 및 표준화가

필요하다.

또한, 현 표준운영절차서에는 임시복구 주체별 행동요령과 역할 및 책임이 제시되어 있지 않으며, 실제 사고 발생 시 복구지휘자의 주관적인 입장 및 경험에 의존하여 임시복구절차와 복구시간이 결정되고 있다.

따라서 시나리오를 기반으로 하는 임시복구 표준운영절차와 임시복구 주체별 역할 및 책임을 수립하고, 철도사고 발생 시 신속한 사고처리 및 수습을 위한 임시복구 표준운영체계(안)의 개발은 큰 의미가 있다고 할 수 있다.

3. 철도사고유형별 임시복구유형 분류 및 표준화

본 연구에서는 현재 국내 도시(광역)·일반·고속철도 운영기관의 비상대응 표준운영절차서에서 고려하고 있는 유형들과 최근의 폭탄테러, 낙석 및 지진해일 등의 자연재해로 인해 발생 가능한 사고유형들을 모두 포함시키고자 하였다.

우선 철도사고유형을 비상대응 관점에서 크게 9 가지로 구분하고, “철도청, 철도사고분석보고서, 2003”을 토대로 사고종류에 따라 나타나는 사고피해 종류를 나열하였다. 이를 국내 철도운영기관의 조직구성(복구반 - 차량반, 시설반, 전력·신호·통신반)을 고려하여 사고피해 종류를 통합하였으며, 각 주체별 복구대상으로 재분류하였다(Table 3 참조).

재분류된 많은 임시복구유형의 효율적 관리를 위해서는 각 사고유형을 표준화하여 관리할 필요가 있다. 또한 임시복구유형만으로 실질적인 모든 피해 복구에 대해서 대처하기란 현실적으로 불가능하다. 즉, 임시복구 투입 시 동일한 복구유형이라도 사고발생위치에 따라 고려되어야 할 임시복구 조치방법이 상이하다. 따라서 임시복구유형을 관련분야, 복구대상, 사고위치로 구분하여 코드번호를 제시하였다(Table 4 참조).

임시복구유형 표준화는 첫 번째 자리에 차량, 시설, 전력·신호·통신에 대한 영어단어의 첫 대문자를 부여하였으며, 두 번째 자리에는 피해유형을 숫자로 부여하였다. 또한, 사고위치는 철도사고가 발생할 수 있는 모든 위치를 고려하여 역내, 일반(토공), 교량, 터널 등의 6가지 항목으로 구분하였다. 국내 고속철도, 일반철도, 도시(광역)철도에서 모두 활용 가능하도록 Table 5와 같이 임시복구유형을 분류하여 표준화 하였다. 여기서 “차량탈선”은 철도사고유형인 “탈선사고”와 구분된다. “탈선사고”는 사고발생유형이며, “차량탈선”은 차량이 레일 위에서 이탈한 상태로 사고피해의 한 종류를 나타낸다. 또한, 본 연구에서는 자연재해로 인해 발생할 수 있는 선로유실 및 선로매몰도 임시복구유형 표준화에 고려하였다.

Table 3. The classified catalogue of damage types according to collision & derailment

사고 유형	사고피해 종류		통합	복구대상
충돌/탈선 사고	연결장치	엔진	차량	① 탈선(선로이탈) ② 차량고장/파손
	제동장치	팬터그래프		
	감속기	변속기		
	기타 차량설비			
	궤도구성품	건축물	시설	① 시설물 파손 (레일절손, 레일좌굴 등) ② 시설물 붕괴 (건축물, 터널, 교량 등)
	교량	건널목		
	터널	선로표지		
	기타 시설물			
	급전선	조가선	전력 신호 통신	① 전차선설비 고장/파손 ② 송변전설비 고장/파손 ③ 신호/제어설비 고장/파손 ④ 통신설비 고장/파손
	보호선	애자구분장치		
	접지장치	드롭퍼		
	기타 전차선설비			
	균압장치	변압기		
	비임하스펜션	충전장치		
	단로기	피뢰기		
	기타 송변전설비			
	신호기	선로전환기		
	궤도회로	폐색장치		
연동장치	ATS지상장치			
기타 신호/제어설비				
ATC장치	CTC장치			
ATP지상장치	계전기			
기타 통신설비				

Table 4. A classification code of emergency restoration for railway accident management

code	R	I	I
분류	↓ 관련분야 (문자)	↓ 복구대상 (숫자)	↓ 사고위치 (숫자)
표기방법	R : 차량 (Rolling stock) I : 시설 (Infrastructure) E : 전력·신호·통신 (Electronic & signal)	세부 복구대상을 오름차순 숫자로 표현 [차량복구대상 예시] ①탈선(선로이탈) ②차량파손/고장	①정거장내 ②일반(토공) ③교량 ④터널 ⑤건널목 ⑥차량기지

Table 5. The standardization of emergency restoration for railway accident management

관련분야	복구대상	사고위치
R : 차량 (Rolling stock)	1. 차량탈선(선로이탈) 2. 차량 파손/고장	1. 정거장내
I : 시설 (Infrastructure)	1. 시설물 파손 (레일절손, 레일좌굴 등)	2. 일반(토공) 구간
	2. 시설물 붕괴 (건축물, 터널, 교량 등)	3. 교량구간
	3. 선로유실(노반, 도상)	4. 터널구간
	4. 선로매몰(산사태, 폭설, 침수)	
E : 전력·신호·통신 (Electric & Signaling & Communications)	1. 전차선설비 고장/파손	5. 건널목
	2. 송변전설비 고장/파손	6. 차량기지
	3. 신호/제어설비 고장/파손	
	4. 통신설비 고장/파손	

4. 임시복구 표준운영체제(안) 수립방법 정립

신속한 사고처리 및 피해확대 예방을 위한 임시복구 표준운영체제(안) 수립방법은 Fig. 5와 같다. 3절에서 제시한 임시복구유형 표준코드에 대하여 발생할 수 있는 모든 임시복구 유형을 판단하고, 임시복구 절차에 영향을 미치는 event를 설정한다. 또한, 임시복구 시나리오 기반의 activity를 도출하였으며, 임시복구 주체별 역할과 책임을 통해 임시복구 표준운영체제(안)를 개발하였다.

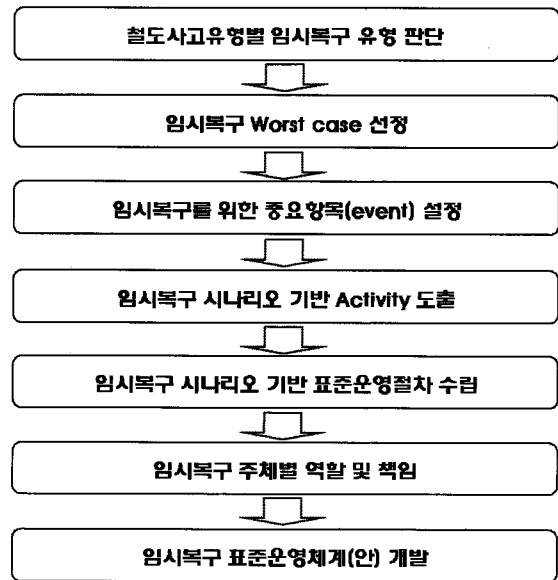


Fig. 5. Flowchart for development of standard operation system for emergency restoration

5. 임시복구를 위한 worst case 시나리오(case & event) 설정

5.1 철도사고유형별 임시복구 유형 판단

임시복구 표준코드에 따른 복구반 투입에 대한 경우의 수는 『관련분야의 수×복구대상의 수×사고위치의 수』에 따라 임시복구 투입 유형들이 발생할 수 있다. 그러나 실제 사고피해가 발생되지 않는 경우가 있으므로 발생 가능한 임시복구유형 선정을 위해 9가지 철도사고유형별 실제 임시복구 투입이 가능한 경우의 수를 검토하였다. 9가지 철도사고유형별 “복구대상-사고위치” 간 상호비교를 통해 실제 사고피해 발생 가능성을 판단하여 피해발생이 가능한 경우는 ‘○’, 불가능한 경우는 ‘X’로 나타내었다.

Table 6은 9가지 비상사고유형 중 『충돌/탈선』에 대한 예시를 보여준다. Table 6과 같은 방법을 통해 철도사고유형별 발생 가능한 임시복구유형들을 종합하여 정리한 결과를 Table 7에 나타내었다.

Table 6. Necessity judgement of emergency restoration caused by collision & derailment among railway accidents

사고 종류	관련 분야	복구대상	임시복구 투입 가능성		
			도시	일반	고속
차 량		탈선(선로이탈)	○	○	○
		차량고장/파손	○	○	○
충돌/탈선	시 설	시설물파손(레일절손, 레일좌굴 등)	○	○	○
		시설물붕괴(건축물, 터널, 교량)	○	○	○
		선로유실(노반, 도상)	×	×	×
		선로매몰(산사태, 폭설, 침수)	×	×	×
전 력·신 호·통 신		전차선설비 고장/파손	○	○	○
		송변전설비 고장/파손	○	○	○
		신호/제어설비 고장/파손	○	○	○
		통신설비 고장/파손	○	○	○

Table 7. The total of necessity judgement of emergency restoration according to railway accidents

철도사고유형	발생 가능한 임시복구유형		
	도시(광역)철도	일반철도	고속철도
(C) 충돌사고	48	48	48
(D) 탈선사고	48	48	48
(F) 화재사고	36	36	36
(P) 사상(인명)사고	-	-	-
(R) 차량장애	6	6	6
(I) 시설장애	36	36	36
(H) 위험물사고	-	60	-
(D) 자연재해	60	60	60
(T) 테러	60	60	60
합 계	294	354	294

발생 가능한 철도사고유형 중 사상(인명)사고의 경우 복구대상항목에 없기 때문에 복구반의 투입 가능성이 없는 것으로 하였으며, 위험물사고에 대해서는 도시(광역)철도 및 고속철도에서 화물열차 운행이 없기 때문에 고려하지 않았다. 각 비상사고유형별 발생 가능한 경우를 종합한 결과, 9가지 철도사고유형에 대한 발생 가능한 임시복구유형은 도시(광역)철도 294종류, 일반철도 354종류, 고속철도 294종류로 분석되었다. 따라서 임시복구 유형별 모든 상황을 포함할 수 있고 대표성을 가지는 시나리오를 작성하기 위해 각 임시복구유형별 worst case를 선정하였다.

5.2 임시복구유형별 Worst Case 선정

worst case를 선정하는 방법으로 우선 임시복구 시 고려되어야 할 항목에 대하여 열차운행지연 및 임시복구 절차에 영향을 미칠 수 있는 항목(복구장비의 접근성, 붕괴 위험성, 교통방해, 작업환경)을 구성하여 위험점수를 피해구

모에 따라 ● : 3점, ■ : 2점, ▲ : 1점, X : 0점으로 각각 부여하는 것으로 하였다. 이렇게 부여된 점수를 합산하여 복구가 가장 어려운 상황을 worst case로 선정하도록 하였다. Table 8은 차량탈선 시 worst case를 선정할 방법 및 결과를 보여준다.

Table 8. The worst case for vehicle derailment

임시 복구 유형	위 치	특 징				위험 점수
		복구장비 접근곤란	붕괴 위험	교통 방해	작업 환경	
차량 탈선 (R1*)	1. 역내	▲	■	▲	▲	5
	2. 일반(토공)구간	X	X	▲	▲	2
	3. 교량구간	●	■	▲	■	8
	4. 터널구간	●	■	▲	●	9
	5. 견널목	X	X	●	■	5
	6. 차량기지	X	▲	X	X	1

임시복구유형 중 worst case를 선정할 결과, 『선로유실 - 일반(토공)구간』인 경우를 제외한 모든 사고피해유형들의 경우 『터널구간에서 발생한 철도사고』가 worst case로 선정되었다.

5.3 임시복구유형별 중요 Event 설정

임시복구유형별 시나리오의 앞 절에서 선정된 worst case에 대하여 작성하는 것을 기본전제로 하였으며, 철도사고 발생 시 사고피해유형에 따라 실제로 임시복구반(차량반, 시설반, 전력·신호·통신반)이 투입하여 이루어지는 복구과정을 표준화하는 것으로 하였다. 이를 위해 각 임시복구 표준운영체제(안) 수립을 위해 임시복구유형별 event를 도출하고 중요항목에 따른 복구방법을 결정하도록 하였다.

임시복구유형 중 worst case로 선정된 『터널구간 차량탈선(R14)』과 이에 대한 event 도출요소는 Table 9와 같으며, Table 10은 중요항목에 따른 임시복구 방법을 나타낸다.

Table 9. The selection of important events for R14

중요 EVENT	내 용
차량복구장비 출동여부	차량복구장비 출동여부에 따라 탈선된 열차의 복구 방법이 달라짐
단시간 조치여부	임시복구가 불가능할 경우 바로 완전복구작업을 하여야 하므로 임시복구인지 완전복구인지를 판단하는 변수가 됨
자력운전 가능여부	자력운전의 가능여부에 따라 임시복구 Action이 달라짐
시설물 피해여부	시설물 피해 발생 시 시설물 복구 코드 링크가 되어야 함
전력·신호·통신 피해여부	전력·신호·통신 피해 발생 시 전력·신호·통신 복구코드 링크가 되어야 함

Table 10. The process of emergency restoration according to important events for R14

중요 EVENT		내용
차량복구장비 출동여부	YES	차량복구장비 출동 요청
	NO	임시복구반 역할 수행
단시간 조치여부	YES	임시복구 작업 수행
	NO	완전복구 작업 수행
자력운전 가능여부	YES	자력으로 차량기지 입고
	NO	구원열차 요청
시설물피해여부	YES	시설물 복구코드로 LINK
	NO	비상근무 대기 수행
전력·신호·통신 피해여부	YES	전력, 신호, 통신 복구코드로 LINK
	NO	비상근무 대기 수행

이와 같은 중요항목 설정은 앞 절에서 제시한 임시복구 유형 표준코드에 대해 모두 수행하였으며, 이를 이용하여 임시복구 표준운영절차를 Fig. 6과 같이 개발하였다.

6. 임시복구 표준운영체계(안) 개발

임시복구반 투입 후 임시복구 작업이 시작되기 전 단계까지의 절차는 임시복구유형별로 동일하기 때문에 하나의 공통시나리오로 작성하였다(Fig. 6(a) 참조). 또한, 사고발생 후 복구반이 출동하여 상황이 종료되기까지의 절차를 도시(광역), 일반, 고속철도 구분 없이 하나의 표준운영절차로 작성하였다. 임시복구절차의 전체적인 구성은 국내 복구조직 구성을 고려하여 시설반, 차량반, 전력·신호·통신반으로 구분하였으며, 앞 절에서 도출한 event에 따라 작업절차가 결정되도록 구성하였다. 또한, 사고피해유형에 따라 적절한 임시복구반 운영이 이루어질 수 있도록 사고피해유형에 따른 『임시복구code 링크』 기능을 제시하였다. 총 60가지의 임시복구 유형에 대하여 중복이 되는 유형들을 하나의 표준운영절차에 수록함으로써 총 11가지 임시복구 표준운영체계(안)를 개발하였다.

또한, 본 연구에서는 임시복구유형 60가지에 대한 주체별 역할과 책임을 Table 11과 같이 최소한의 역할과 책임이 부여되도록 통합하여 제시하였다.

7. 결론 및 향후연구

7.1 결론

본 연구에서는 철도사고 및 비상대응 관리체계 구축을 위한 임시복구유형 표준화와 임시복구유형별 표준운영체계(안)를 개발하였다. 이러한 임시복구 표준운영체계(안)를 통해 기존의 비상대응 관점에서 만들어진 표준운영체계에 신속한 사고처리 및 수습을 위한 임시복구 표준운영체계를 추가함으로써 신뢰성 있는 비상대응 표준운영절차서를 구축할 수 있으리라 판단된다.

또한, 본 연구에서 제시한 임시복구 표준화는 철도사고 시 임시복구를 위한 운영뿐만 아니라 사고관리를 위한 DB 구축에 유용하게 쓰일 수 있을 것이다.

7.2 향후연구

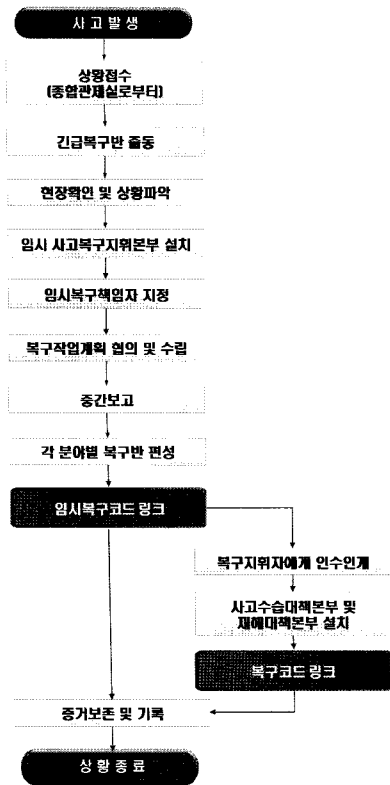
철도사고유형별 임시복구 표준운영체계를 전산화하여 철도사고 발생 시 신속한 사고처리 및 수습이 이루어질 수 있도록 전산 네트워크 프로그램 개발 및 복구담당자들의 교육프로그램 개발이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 한국철도공사(2007), “철도사고보고 및 조사에 관한 지침.”
2. 국토해양부(2008), “철도사고 및 비상대응 관리체계 구축 연구보고서.”
3. 철도청(2004), “고속철도 사고유형별 대응절차서.”
4. 철도청(2003), “철도사고 분석보고서.”
5. 서울지하철공사(2003), “재난/장애대비 역별 SOP 대피경로 및 조치요령.”
6. 최승룡(2008), “일반철도 비상사태 유형별 임시복구 표준화 및 표준 운영절차 구축 방안,” 한국철도학회 추계학술대회 논문집.
7. 김준형(2009), “철도사고 비상사태유형별 임시복구 표준화 및 표준운영절차 시스템 개발,” 서울산업대학교 철도전문대학원 석사학위논문.
8. 임광균(2006), “철도사고유형 분류 및 표준화 방안,” 서울산업대학교 철도전문대학원 석사학위논문.
9. 왕현주(2007), “도시철도 비상사태유형별 표준운영절차서 구축을 위한 대응 시나리오 설정방안,” 서울산업대학교 철도전문대학원 석사학위논문.

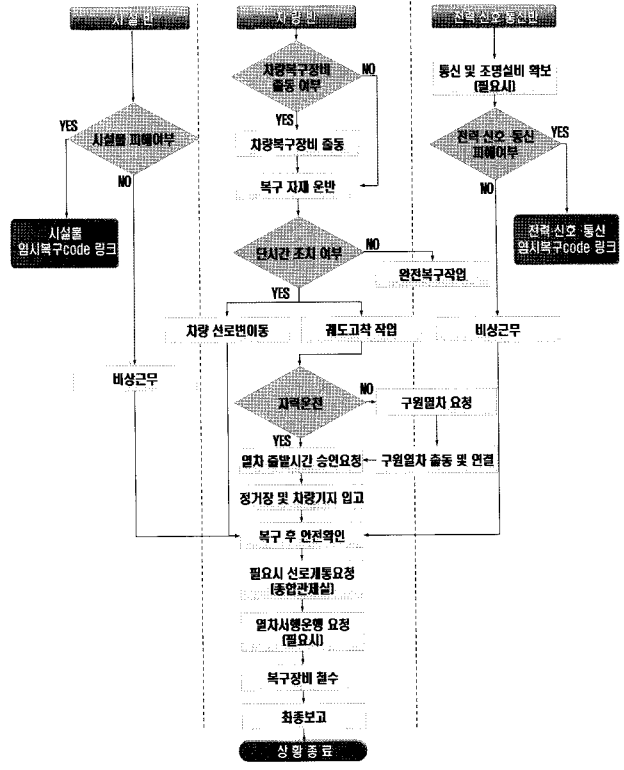
접수일(2009년 9월 11일), 수정일(2009년 10월 5일),
 게재확정일(2009년 10월 12일)

임시복구 표준운영 시나리오(공통)



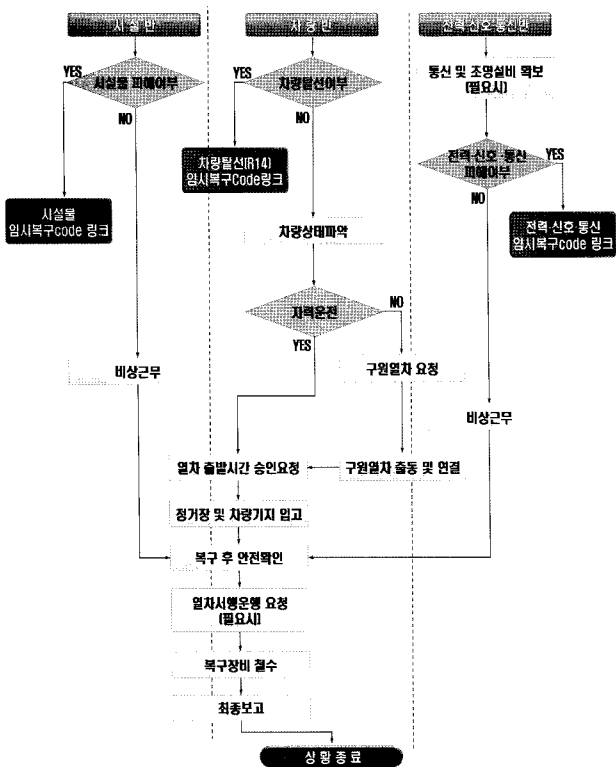
(a) The standard operation procedure for emergency restoration

터널구간 차량탈선 (R14) (중복code: R11, R12, R13, R15, R16)



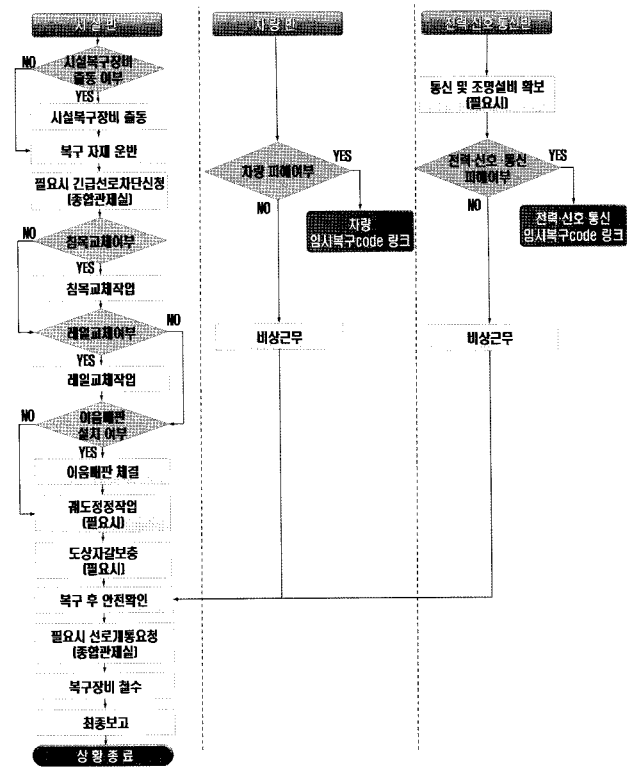
(b) Derailment of vehicle in tunnel

터널구간 차량파손/고장 (R24) (중복code: R21, R22, R23, R25, R26)

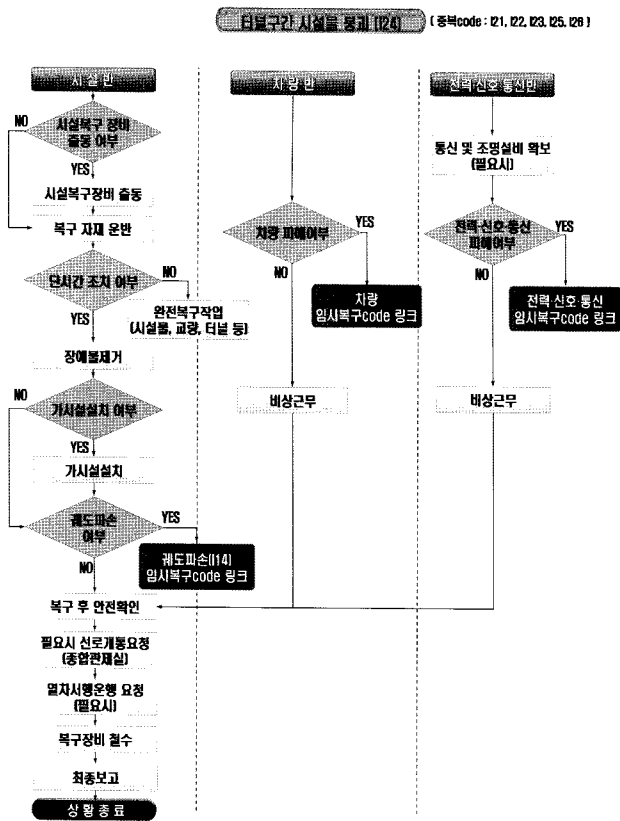


(c) Trouble or breakdown of vehicle in tunnel

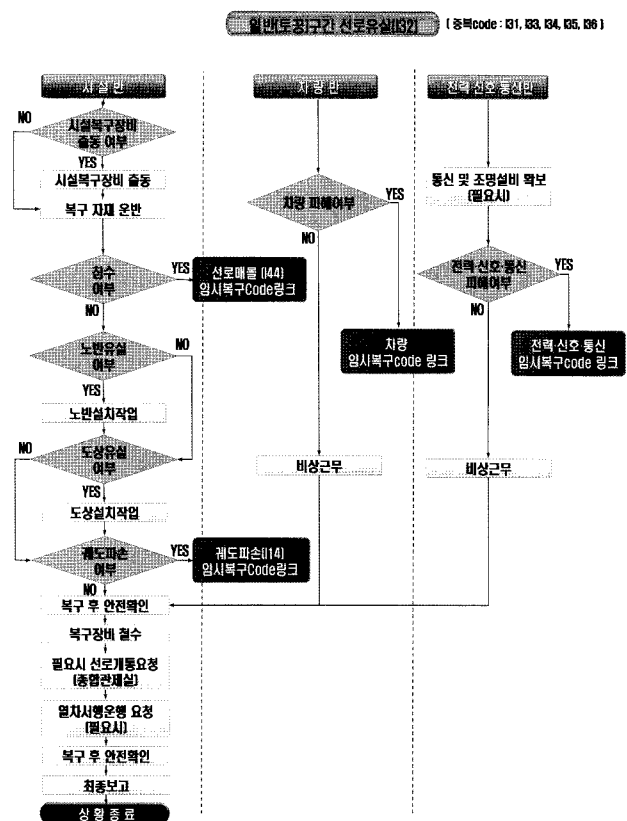
터널구간 궤도파손 (R14) (중복code: I11, I12, I13, I15, I16)



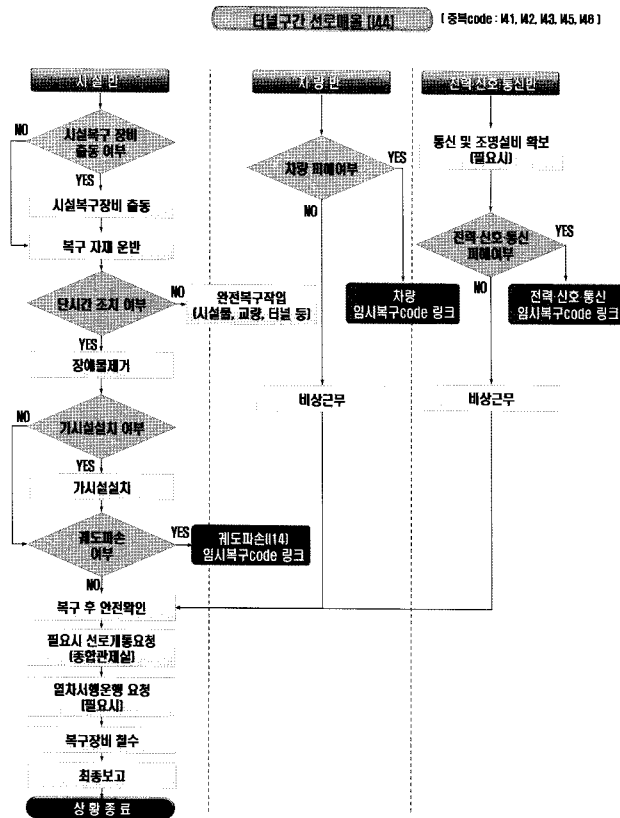
(d) Breakdown of track components in tunnel



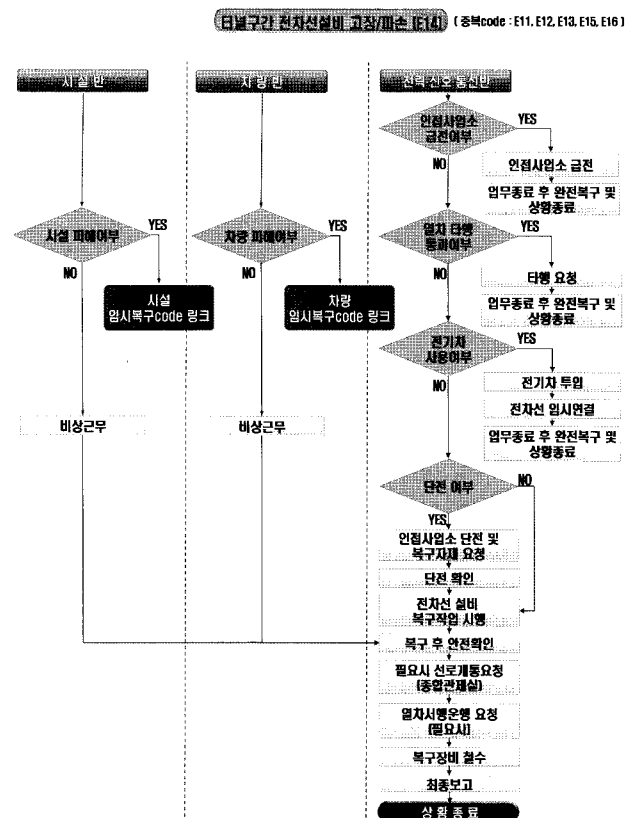
(e) Collapse of facilities in tunnel



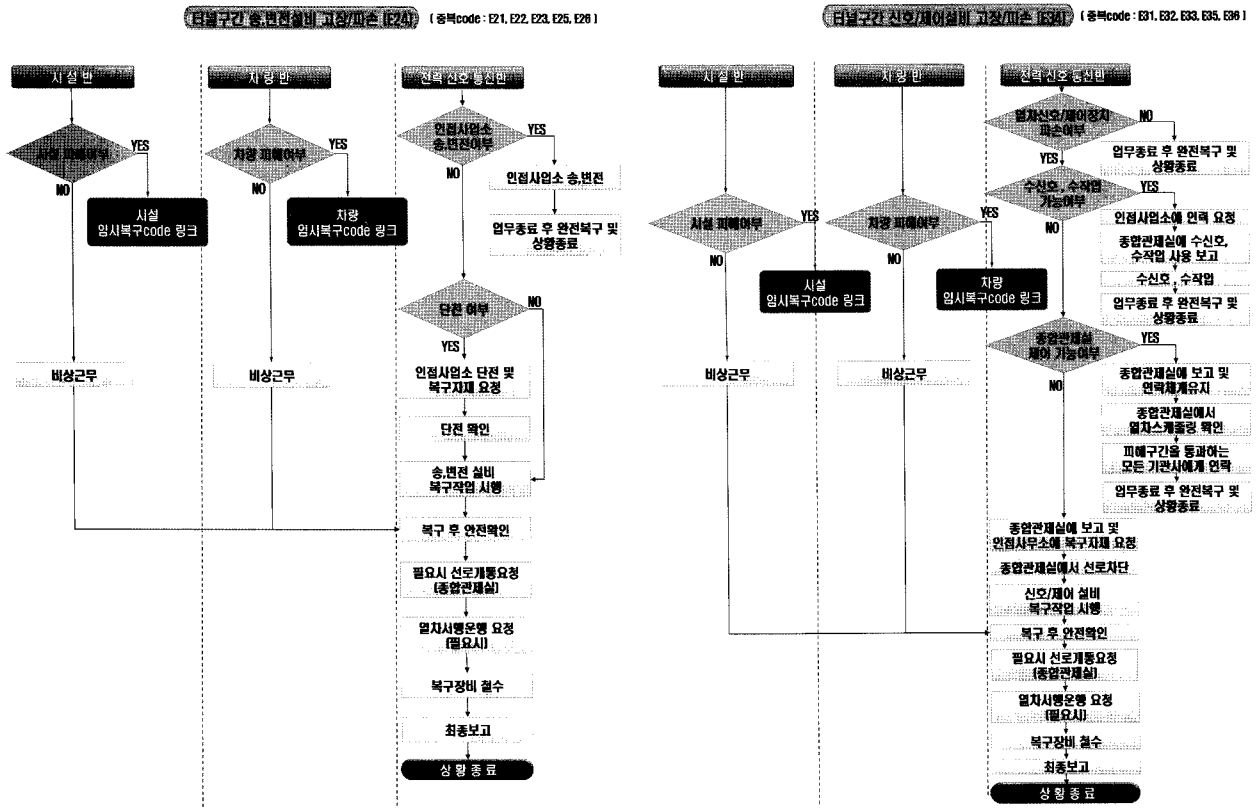
(f) Sweeping away track in ground



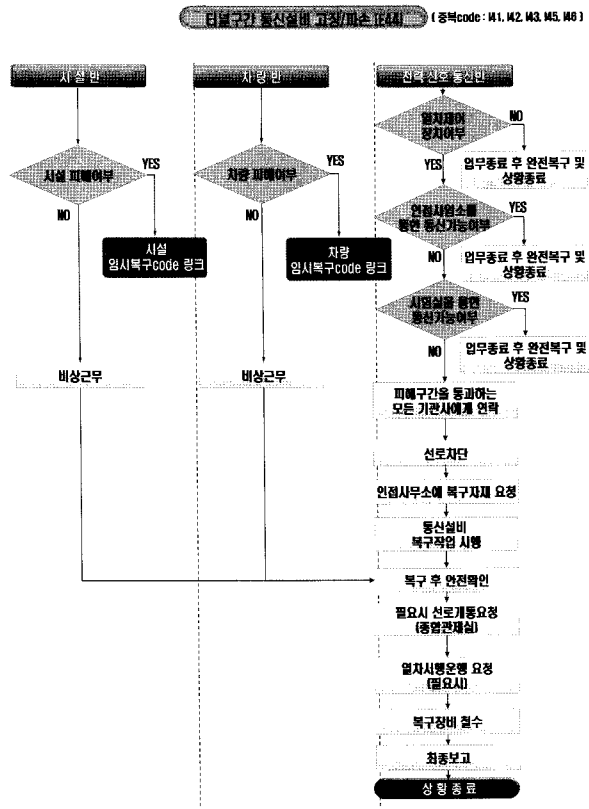
(g) Burying track in tunnel



(h) Trouble or breakdown of catenary system in tunnel



(i) Trouble or breakdown of transmission equipment in tunnel (j) Trouble or breakdown of signal/control equipment in tunnel



(k) Trouble or breakdown of telecommunication equipment in tunnel

Fig. 6. The procedures for the worst case of emergency restoration for railway accidents

Table 11. The role and responsibility of the emergency restoration groups for railway accidents

주 체	역 할	비 고
임시복구 지휘자	<ul style="list-style-type: none"> - 각 기능별 반장과 협의하여 복구방법 및 정확한 복구 예정시간 및 각종 정보를 관제센터장과 관제실장에게 수시보고 - 각 기능별 반장과 협의하여 총괄 복구지휘 · 작업의 우선순위 결정 · 작업담당자 지정 및 작업방법 지시·감독 · 보고자 지정 운영 - 복구요원 및 자재소요 판단 요청 - “사고복구 현황판” 현장비치 및 운용 지시·감독 · 현장약도, 사고원인, 복구예정시간, 작업진행상황 및 피해규모 종합기록 - 복구작업중 화재발생 및 병발사고 예방 조치 - 항시 복구상황을 파악하고 즉시 보고체제 구축 - 복구지휘자 도착 후 인수인계 	<p>R11~16, R21~26 ⇒차량반 책임자</p> <p>I11~16, I21~26, I31~36, I41~46 ⇒시설반 책임자</p> <p>E11~16, E21~26, E31~36, E41~46 ⇒전력, 신호, 통신반 책임자</p>
차량반	<ul style="list-style-type: none"> - 복구요원의 긴급출동 및 인력운용 지시·감독 - 차량분야 피해조사 및 복구 지시·감독 - 차량복구 예정시간의 판단 - 차량복구 지시·감독 - 적재화물의 하화판단 및 지원요청 - 작업상황 및 진행상황을 종합하여 임시복구지휘자에게 보고 - 신속한 복구작업 시행 및 복구지휘자에게 복구작업 완료보고 	차량반 책임자
차량 사업소	<ul style="list-style-type: none"> - 기중기 등 복구장비·자재 확보 및 출동 지시·감독 - 차량탈선 복구작업 - 적재화물의 하화 및 지원 - 작업상황 및 진행상황을 종합하여 차량반장에게 보고 - 비상근무 시 유기적인 연락 및 협조체제 유지 	차량사업소 책임자
시설반	<ul style="list-style-type: none"> - 복구요원의 긴급출동 및 인력운용 지시·감독 - 시설분야 피해조사 및 복구 지시·감독 - 시설분야 복구예정시간 판단 - 시설복구 지시·감독 - 작업상황 및 진행상황을 종합하여 임시복구지휘자에게 보고 - 신속한 복구작업 시행 및 복구지휘자에게 복구작업 완료보고 	시설반 책임자
시설 사업소	<ul style="list-style-type: none"> - 모터카 등 복구장비 출동 지시·감독 - 시설물 복구작업 - 비상근무 시 유기적인 연락 및 협조체제 유지 	시설사업소 책임자
전력·신호· 통신반	<ul style="list-style-type: none"> - 복구요원의 긴급출동 및 인력운용 지시·감독 - 복구예정시간의 판단 및 예정 시간 내 복구 지시·감독 - 신속한 복구작업 시행 및 복구지휘자에게 복구작업 완료보고 	전력, 신호, 통신반 책임자
전력·신호· 통신 사업소	<ul style="list-style-type: none"> - 사고현장에 통신 및 전기시설의 신속한 설치 - 차량복구를 위한 전차선 제거 - 전력·신호·통신 복구작업 - 전기통신 및 안전설비의 조사와 신속한 복구 - 비상근무 시 유기적인 연락 및 협조체제 유지 	전력, 신호, 통신사업소 책임자
관제반	<ul style="list-style-type: none"> - 신속한 정보수집과 정확한 상황판단으로 운전, 여객, 화물, 보선, 검수, 급전, 배전, 신호사령 등 분야별 사령을 지휘하고 복구업무를 지원 - 여객계승 수송경로 변경 운휴 등 운전정리 - 임시열차 및 구원열차의 긴급한 수배와 조치 - 기중기 및 복구자재 수송의 우선 취급 - 비상근무 시 유기적인 연락 및 협조체제 유지 	관제반 책임자