



서울시 지하시설물 안전관리 개선방안

이석민 윤형미



서울시 지하시설물 안전관리 개선방안



연구책임

이석민 서울연구원 안전환경연구실 선임연구위원

연구진

윤형미 서울연구원 안전환경연구실 연구원



이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

지하시설물 안전관리 컨트롤타워 역할 강화하고 복합재난 고려한 유관기관 협력체계 확대 필요

‘서울시 대표적 안전사각지대’ 지하시설물 안전관리 개선방안 마련 필요

지하시설물은 서울시민의 생활과 직결되는 기본적인 인프라 시설물임에도 불구하고, 전기통신, 전기, 가스 등 민간기업에서 관리하는 지하시설물에서 사고가 발생하는 경우 수습과정에서 서울시의 역할이 제한되는 어려움이 있다. 특히 지하시설물 중 50% 이상이 서울시 외 타 기관에서 관리하여 안전사고 등 긴급 상황 발생 시 체계적 대응이 곤란한 상황이다. 예를 들어 2018년 발생한 마포구 아현동 KT 통신구 화재사고 당시 시설물 현황에 대한 자료 공유 미흡, 서울시의 소극적인 역할 수행 등으로 초기 대응에 어려움을 겪은 바 있다.

이렇듯 서울시 지하시설물 사고 발생은 서울시민의 인명과 재산피해뿐 아니라, 식수 중단, 정전, 통신마비 등의 2차 피해 발생으로 일상생활에 큰 불편함을 끼친다. 또한, 지하시설물에 폭발, 화재 등 복합재난이 발생하면 도로함몰, 인명피해 등 대규모 재난으로 확장되기 때문에 지하시설물의 안전관리는 매우 중요하며, 이에 따라 서울시의 대표적 안전사각지대인 지하시설물 안전관리 개선방안에 대한 연구가 요구된다.

지하시설물 사고, 통신장애 등 2차 피해로 이어지기 쉽고 피해도 광범위

서울시 지하시설물의 대표적인 안전사고는 도시가스 폭발, 열수송관 누수, 전기·통신구·공동구의 화재, 하수도 및 상수도 파손에 따른 지반침하, 상수도 수질사고 등이다. 상수도, 하수도의 경우 관망 파손에 의한 지반침하가 많아 지속적인 안전점검이 요구되고 있으며, 전기통신, 전기, 가스의 경우에는 사고 시 공공서비스 중단에 따른 2차 피해 발생 가능성이 크다. 이들 지하시설물에서의 안전사고는 자체 시설물 피해 및 인명·재산 피해뿐 아니라 통신장애, 교통마비 등 2차 피해로 이어지기도 한다. 또한 피해가 광범위하기 때문에 지하시설물 사고는 대규모 복합재난으로 고려할 필요가 있다.

1994년에 발생한 아현동 도시가스 사고는 하수관을 통해 도시가스가 유입되어 2차, 3차 폭발이 발생한 복합재난이었으며, 이를 계기로 지하시설물 안전관리 강화, 굴착 공사 신고 및 관리, 지하시설물 수치지도 작성 등이 후속적으로 이루어졌다. 2018년 아현동의 통신구 화재 이후에는 통신시설의 이중화, 소방시설 강화 등 안전관리가 이루어졌으며, 공동구에 대한 유관기관, 소방, 경찰 등의 합동 안전점검 및 훈련이 강화된 것도 이때부터이다.

2000년 여의도 공동구 화재사고는 공동구 관리체계 미흡으로 발생했는데 당시 지하시설물에 소방시설이 설치되어 있지 않아 화재 진압이 더욱 어려웠고, 이후 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」에 지하시설물에 소방시설물 설치가 의무화되었다.

‘지하시설물 관리’ 서울시 재난수습부서, 역할 명확화, 주기적 교육·훈련

지하시설물 안전사고 발생 시 상수도, 하수도와 같이 서울시가 관리하는 지하시설물은 사고가 발생해도 서울시 해당 재난수습부서의 역할이 제대로 작동된다. 그러나 전기, 가스, 통신, 열수송관 등 서울시 외 다른 기관에서 관리하는 시설물은 서울시 재난수습부서의 역할이 모호하다. 따라서 전기, 가스, 열수송관의 재난수습부서인 녹색에너지과와 통신의 재난수습부서인 정보통신보안담당관의 역할을 안전사고 단계별 프로세스에 명확히 규정하고 책임도 강화할 필요가 있다.

재난수습부서의 역할은 초동대응과 현장대응 및 수습 단계로 구분할 수 있다.

초동대응 단계에서는 상황파악, 상황보고, 상황전파, 상황판단회의 개최 등의 활동이 이루어진다. 이 단계에서 재난수습부서는 지하시설물 안전사고 발생 신고를 접수하거나, 접수 정보를 유관부서 및 유관기관에 제공·전파한다. 이후 피해상황을 파악하고 집계하여 시장, 부시장, 본부장, 언론담당관 및 외부 상부기관에 보고한다. 시장, 부시장, 재난수습부서장은 상황판단회의를 개최해 상황 및 피해 규모에 따라 지역재난대책본부, 통합지원본부 가동 여부를 결정하고, 유관기관에 지원요청 사항을 결정한다. 현장대응 및 수습 단계는 상황파악 및 공유, 피해현장 대응조치, 현장수습본부 운영, 수습·복구, 재난사고 원인 및 피해조사 등의 활동이 이루어진다. 이 단계에서 재난수습부서는 사고 현장으로 출동해 피해현황을 파악하여 이를 유관부서에 전파하고, 유관기관 및 자치구로부터 복구사항을 확인해야 한다.

재난수습부서가 이와 같은 초동대응, 현장대응 및 수습의 역할을 제대로 수행하려면

역량강화가 필요하며, 주기적인 교육 및 훈련을 바탕으로 재난대응에 숙달되어야 한다.

복합재난 고려해 시나리오 개발, 합동훈련, 교육 등 협력기능 확대 필요

지하시설물 관리기관 및 안전사고 발생 시 유관기관 간 협력기능을 강화하기 위해 기존 지하시설물 안전관리 협의체의 협력기관 및 기능을 확대함으로써 협의체의 실효성과 기동성을 향상시킨다. 실무진 협의체를 통해서도 합동조사·점검·정비 등을 수행하고, 안전관리규정 및 현장조치 행동매뉴얼의 개선 등 지하시설물 안전관리 전반에 관한 협의가 주기적으로 이루어져야 한다.

또한, 지하시설물 안전사고의 효율적 대응을 위한 지하시설물 복합재난 시나리오를 구축하고, 이에 기반한 주기적인 유관기관 합동 훈련과 교육도 필요하다.

지하시설물 안전사고는 연쇄적으로 다른 시설물에 영향을 미치고 기본적 인프라 서비스 제공이 제한되는 등 2차적인 사회적 피해를 유발한다. 따라서 지하시설물 안전사고가 발생하더라도 지속적으로 핵심기능을 유지할 수 있는 역량을 확보할 수 있는 재난대비 훈련방안을 수립하여야 한다.

지하시설물 안전사고의 성격을 복합재난으로 규정하고, 그에 적합한 시나리오의 개발이 필요하다. 이를 위해서는 이 훈련과 관련이 있는 모든 기관이 함께 참여하여 훈련을 추진할 수 있는 프레임워크를 개발하는 것이 매우 중요하다.

이외에 재난수습부서 담당자들을 대상으로 지하시설물 안전관리체계 관련 교육을 진행하여야 한다. 지하시설물 안전관리에 관한 교육프로그램 개발은 교육목표, 유형, 일시/주기, 참가대상, 교육내용, 결과평가 및 환류 등의 흐름으로 작성하되 기관별 실정에 맞게 작성이 필요하다.

지하시설물 정보시스템 관련 통합 DB 구축하고 사고 이력도 관리 중요

서울시는 지하철 시설물 업무와 관련하여 지하철시설물통합정보시스템, 도로점용관리시스템, 도로굴착복구시스템 등을 구축하여 운영하고 있다. 그러나 정보시스템 간 데이터 정보공유가 이루어지지 않아 지하철시설물 현황 정보가 상이하다. 또한, 시스템 간 호환성에 제약이 있고, 데이터의 최신성 및 위치정확도도 부족한 실정이다.

따라서 지하철시설물 정보시스템의 데이터 정합성을 위해 통합 DB 구축이 필요하고, 정보공유 및 이용의 효율성 향상을 위해 지하철시설물 데이터의 표준화도 요구된다. 이

처럼 통합 데이터베이스가 구축되면 도로관리과, 보행정책과 등 서울시 지하시설물 관련 부서는 신뢰성 높은 데이터를 사용할 수 있게 되고, 업무의 상호 연계성 및 효율성도 개선될 것이다.

이외에 지하시설물 안전관리의 효율성을 향상하기 위해 지하시설물 굴착 및 사고 등 정보공유가 필요하다. 따라서 지하시설물 정보시스템을 연계해 각 지하시설물 관리기관에서 지하시설물 안전점검 결과, 굴착공사, 사고 등의 정보를 업로드하고 공유할 수 있는 체계를 마련할 필요가 있다. 각 지하시설물의 정보를 공유함으로써 서울시에서는 안전점검 이력 및 결과, 공사 및 사고 정보를 효율적으로 관리할 수 있고, 민간 기업에서는 다른 시설물로부터 발생하는 위험을 사전에 인지하고 방지할 수 있어 지하시설물 안전관리가 더 용이해질 것으로 기대한다.

서울시, 지하안전팀 과단위 확대로 ‘안전관리 컨트롤타워’ 역할 강화해야

지하시설물 사고의 경우 직간접적인 다양한 형태의 피해가 발생하기 때문에 이에 대응하기 위한 통합조정 역할이 요구된다.

현재 서울시는 「지하안전관리에 관한 특별법」을 이행하는 도로관리과 지하안전팀을 운영 중이나, 특별법의 규정을 이행하기에도 벅하다. 따라서 통합조정 역할을 강화하기 위해서는 현재의 지하안전팀에서 협력기능, 평가기능, 점검기능, 정보기능 등의 기능을 수행하는 과 단위 체계로 확대할 필요가 있다.

협력기능으로는 지하시설물 안전관리 협의체를 운영하고, 지하시설물 안전관리 합동 훈련을 시행하고, 사고발생 시 현장으로 출동하여 현장대응 활동을 수행하는 것이 있다. 특히, 지하시설물 안전관리 합동 훈련을 주관하여 수행함으로써 서울시 지하시설물 재난수습주무부서의 역량을 강화하고, 서울시와 유관기관 간 현장대응의 협력체계를 구축할 수 있다. 또한, 지하시설물에서 대형사고 발생 시 지하시설물 안전관리를 위하여 재난수습부서보다는 지하시설물 통제관을 지하안전팀에서 수행하여 현장대응의 체계적 관리, 신속한 상황 전파, 사고에 대한 체계적인 수습지원이 가능할 수 있도록 컨트롤타워 역할을 강화할 필요가 있다.

평가기능에는 안전관리규정 평가 및 공유, 현장조치 행동매뉴얼 수립, 지하시설물 재난 시나리오 구축 및 교육·훈련 평가가 있다. 각 지하시설물 관리기관에서 작성한 안전관리규정을 평가하고, 지하시설물별 안전점검 방법 및 결과를 공유함으로써 관리의 효율성을 향상시킬 수 있다. 또한 지하시설물 안전관리 합동훈련을 위한 재난 시나리오

오를 구축하고 이에 따라 실시된 훈련 및 교육을 평가함으로써 시나리오 작성과 훈련 및 교육 수행에 피드백을 준다. 이렇게 수정된 시나리오와 교육 및 훈련, 평가를 통해 수정된 유관기관의 대응임무 등을 현장조치 행동매뉴얼에 반영하고 수립하는 역할을 수행한다.

점검기능은 시설물별 안전점검 수행 여부를 관리하고 지하시설물 안전관리 점검을 수행하는 것이다. 이는 기존의 역할을 더 강화함으로써 예방차원에서 지하시설물 안전관리를 수행한다.

마지막으로 정보기능으로는 지하시설물 통합정보분석시스템을 구축 및 운영하고, 지하안전 신기술을 개발하는 것으로, 현재의 안전점검, 관리 등에 분석의 기능을 추가하여 더 고도화된 안전관리를 수행할 수 있다.

이처럼 현재의 도로관리과 지하안전팀이 협력기능, 평가기능, 점검기능, 정보기능을 강화하고 지하시설물 안전관리 컨트롤타워 역할을 수행할 수 있도록 현 지하안전팀을 과단위로 개편할 필요가 있다.



목차

01 연구개요	2
1_연구배경 및 목적	2
2_연구범위 및 방법	3
02 지하시설물 현황 및 사고사례 분석	8
1_지하시설물 현황	8
2_지하시설물 안전사고 현황	10
3_지하시설물 안전사고 대응 타임라인 분석	19
03 지하시설물 안전관리 업무분석	30
1_지하시설물 안전관련 법제도 및 안전관리규정	30
2_지하시설물 안전관리 담당자 인터뷰	41
3_지하시설물 정보시스템 운영현황	46
04 지하시설물 현장조치 행동매뉴얼	52
1_지하시설물 현장조치 행동매뉴얼 현황 및 구성	52
2_지하시설물 현장조치 행동매뉴얼의 분석	61
05 서울시 지하시설물의 안전관리 방향	68
1_분석결과의 요약 및 시사점	68
2_평상시 안전관리 개선방안	73
3_재난발생 시 대응력 강화를 위한 개선방안	75
4_서울시 지하시설물관리 행정조직 강화방안	89

참고문헌	91
부록	93
부록 1_지하시설물 현장조치 행동매뉴얼	93
부록 2_국외 지하시설물 사고 사례	101
Abstract	108



표 목차

[표 1-1] 연구의 내용적 범위	3
[표 2-1] 서울시 지하시설물 관리기관 및 연장	9
[표 2-2] 연도별 하수도 사고	10
[표 2-3] 연도별 도시가스 사고	11
[표 2-4] 연도별 상수도 누수사고	12
[표 2-5] 상수도 누수사고 원인	12
[표 2-6] 지하시설물 안전사고 현황 및 원인	13
[표 2-7] 지하시설물 안전사고 국내사례	16
[표 2-8] 지하시설물 안전사고 국외사례	18
[표 2-9] 총무로 일대 상수도 파열사고 대응 타임라인	20
[표 2-10] 총무로 일대 상수도 파열 대응 타임라인 분석 결과	21
[표 2-11] 목동 열수송관 파열사고 대응 타임라인	22
[표 2-12] 목동 열수송관 파열사고 대응 타임라인 분석 결과	24
[표 2-13] KT 아현지사 통신구 화재 대응 타임라인	25
[표 2-14] KT 아현지사 통신구 화재 대응 타임라인 분석 결과	27
[표 3-1] 지하시설물 안전관리 법제도	30
[표 3-2] 「지하안전관리에 관한 특별법」이 정한 안전관리규정의 세부항목 및 수립기준	32
[표 3-3] 지하시설물별 안전관리규정 내 안전점검 및 비상시 긴급조치 내용	33
[표 3-4] 지하시설물별 안전관리규정 개선(안)	34
[표 3-5] 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」에 따른 시설물관리계획 내용	34
[표 3-6] 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」에 따른 소방안전관리 내용	37

[표 3-7] 지하시설물 관리기관별 안전관리업무 내용	40
[표 3-8] 지하시설물 안전관리 담당자 인터뷰 개요	41
[표 3-9] 지하시설물 안전관리 담당자 인터뷰 내용	44
[표 3-10] 중앙부처(국토교통부) 지하시설물 관리 시스템 현황	46
[표 3-11] 서울시 지하시설물 관리 정보시스템 현황	49
[표 3-12] 서울시 도로굴착복구시스템의 기능	50
[표 4-1] 지하시설물 관련 현장조치 행동매뉴얼	52
[표 4-2] 현장조치 행동매뉴얼의 일반사항 내용	53
[표 4-3] 현장조치 행동매뉴얼의 재난관리체계 내용	53
[표 4-4] 지하시설물 관련 현장조치 행동매뉴얼에 나타난 재난수습주무부서와 재난안전대책 본부의 구성	57
[표 4-5] 현장조치 행동매뉴얼의 재난대응 절차 및 프로세스의 내용	58
[표 4-6] 현장조치 행동매뉴얼의 재난대응 절차별 행동요령의 내용	59
[표 4-7] 현장조치 행동매뉴얼의 서울시 협업체계 구성 및 내용	60
[표 4-8] 서울시 매뉴얼 및 지하시설물 관리기관 매뉴얼 비교	61
[표 4-9] 재난대응 절차 및 프로세스에 따른 재난수습부서의 임무	63
[표 4-10] 현장조치 행동매뉴얼 내 재난 시나리오 및 실제 훈련	66
[표 5-1] 서울시 지하시설물 안전관리 현황분석에 따른 시사점	70
[표 5-2] 지하시설물 재난수습부서의 역할 및 임무	76
[표 5-3] 복합재난대비 훈련모형 개발방법론	79
[표 5-4] 복합재난 시나리오 예시(지반함몰)	81
[표 5-5] 지하시설물 안전관리를 위한 학습기능 개선 방안	83
[표 5-6] 지하시설물 교육에 대한 일반사항	85
[표 5-7] 지하시설물 안전교육프로그램(안)	86
[표 5-8] 관리체계 변경에 따른 매뉴얼 정비(안)	86
[표 5-9] 서울시 지하안전과 팀별 업무 분장(안)	90

그림 목차

[그림 1-1] 연구보고서의 구성 및 체계	6
[그림 2-1] 지하시설물 안전사고 대응 타임라인 분석 대상 사례	19
[그림 4-1] 서울시 재난관리 체계도	55
[그림 4-2] 서울시 재난안전대책본부 조직 및 구성	56
[그림 4-3] 지하시설물별 위기관리 행동매뉴얼 분석	61
[그림 4-4] 매뉴얼 내 협업체계에 관한 사항	64
[그림 4-5] 지하시설물 관리기관의 긴급상황 발생 시 상황전파체계	64
[그림 5-1] 서울시 지하시설물 안전관리 시사점 및 개선방안	71
[그림 5-2] 지하시설물 안전관리 강화를 위한 기본방향	72
[그림 5-3] 지하안전팀의 기능 확대	78

01

연구개요



1_연구배경 및 목적

2_연구내용 및 방법

01. 연구개요

1_연구배경 및 목적

서울시 지하시설물은 상수도, 하수도, 전기, 전기통신, 가스, 열수송관, 공동구 등을 말하며 총연장은 52,345km이다. 도로 총연장인 8,310km(2019년 기준)와 비교하면 약 6배에 달한다. 서울시 지하시설물은 70~80년대 집중적으로 건설되었고 상수도관의 12.9%, 하수도관의 50.4%가 30년 이상 경과되었다. 열수송관의 55%는 20년 이상 경과되어 안정성이 우려되고 있다. 통신, 전력 등의 지하시설물은 민간기업이 관리하여 노후화 정보를 파악하기 어려운 실정이다. 이외에 지하공간이 지속적 개발되고 있지만 지하시설물 현황에 대한 정보가 명확히 기록되지 않아 지하시설물의 위치 및 속성정보가 현장과 다른 경우도 있다.

서울시에 분포하는 지하시설물은 서울시와 사업소, 공사, 민간 등으로 관리주체가 다양하다. 이들 지하시설물의 47%인 24,606km는 서울시의 직접적인 관리대상이고, 53%인 27,739km는 민간기업 등 서울시 외 타 기관에서 관리하고 있는데, 타 기관 관리 지하시설물에 대한 현황정보의 파악이 쉽지 않은 상황이다. 또한 민간기업에서 관리하는 지하시설물은 국가보안 및 경영정보 등의 이유로 데이터의 공개를 매우 꺼리고 있다.

지하시설물은 서울시민의 생활과 직결되는 기본적인 인프라 시설물이어서 사고발생 시 서울시의 책임 요구가 커지고 있다. 그럼에도 민간기업이 관리하는 지하시설물의 사고 수습에서 서울시의 역할은 제한적이다. 예를 들어 2018년 발생한 마포구 아현동 KT 통신구 화재사고의 경우 관리주체가 민간기업 KT이었다. 그 결과 시설물 현황에 대한 자료 공유가 미흡하고 서울시의 소극적인 역할 수행으로 인해 초기대응에 어려움을 겪은 바 있다. 서울시 지하시설물 사고 발생은 시민의 인명 및 재산피해뿐만 아니라, 식수중단, 정전, 통신마비 등 2차 피해로 이어져 일상생활에 큰 불편을 초래

한다. 또한, 지하시설물에 폭발, 화재 등이 발생하면 도로함몰, 인명피해 등 대규모 재난으로 확장되기 때문에 지하시설물의 안전관리는 매우 중요하다.

이에 이 연구에서는 지하시설물의 현황 및 안전사고 사례분석, 안전업무 및 매뉴얼 분석, 지하시설물 관련 정보시스템 분석, 실무진 인터뷰 등을 통해 안전관리상의 시사점 및 개선사항을 도출하고자 한다. 이를 통해 서울시의 대표적 안전사각지대인 지하시설물 안전관리 개선방안을 마련하여 지하시설물에 대한 재난대응 능력을 강화하고 서울시민 인명과 재산피해를 최소화하고자 한다.

2_연구범위 및 방법

1) 연구범위

연구의 대상은 서울시의 7대 지하시설물인 상수도, 하수도, 전기, 전기통신, 가스, 열수송관, 공동구다. 이 중 공공기관이 관리하는 지하시설물은 상수도, 하수도, 공동구, 열수송관이며, 민간기업이 관리하는 지하시설물은 전기, 전기통신, 가스가 해당된다. 지하시설물 안전관리를 평상시와 재난발생 시로 구분하여 지하시설물 안전관리 개선방안을 도출하였다. 평상시 안전관리 개선방안 도출을 위해서 지하시설물 관련 법제도에서 규정하고 있는 안전관리 제도를 살펴보고, 법제도를 비롯한 지하시설물 관리기관의 내규에 따른 안전점검 및 관리현황을 살펴보았다. 또한, 지하시설물 정보시스템 현황을 통해 기초자료 구축 및 관리·활용 현황을 살펴보았다. 이외에도 시설물별 현장조치 행동매뉴얼을 비롯한 재난대응 시나리오 구축현황, 시나리오에 따른 기관별 교육 및 훈련 현황을 통해 지하시설물 안전사고 대비 현황을 살펴보았다.

재난 발생시 안전관리 방안을 도출하기 위해서는 실제 지하시설물 안전사고 사례와 대응 타임라인 분석을 통해 현장조치 행동매뉴얼의 작동 여부와 관리기관 사이의 협업체계 등을 분석하였다. 이외에 재난 수습 및 복구에 관한 사항을 살펴보았다.

[표 1-1] 연구의 내용적 범위

분야	내용
평상시	지하시설물 관련 법·규정, 정보시스템, 실무진 인터뷰 등 현장조치 행동매뉴얼, 재난대응 시나리오, 교육 및 훈련
재난발생 시	실제 지하시설물 안전사고 사례 대응 타임라인 분석 수습 복구에 관한 사항

2) 연구방법

연구는 크게 지하시설물 현황조사, 지하시설물 안전사고 사례조사 및 분석, 법제도 검토, 안전관리 업무조사 및 분석, 자문회의 등으로 진행하였다.

지하시설물 현황조사는 7대 지하시설물의 관리기관 및 연장 분포, 지하시설물 관련 정보시스템 현황을 조사하였다. 지하시설물 안전사고 사례로는 인터넷 조사 및 관련 문헌조사를 통하여 국내·외 지하시설물 사고의 시사점을 도출하였으며, 서울시에서 발생한 지하시설물 사고사례 중 관리기관에 따른 대표적 사례의 대응 타임라인 분석을 통해 사고 발생 및 대응의 문제점을 살펴보았다.

법제도 검토에서는 지하시설물 전반적인 안전관리 및 점검 등의 기준이 되는 「시설물 안전 및 유지관리에 관한 특별법」, 「지하시설물 안전관리에 관한 특별법」, 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」과 개별 지하시설물 관련 법 등 지하시설물 관리의 총괄법과 개별 지하시설물 관련법을 구별하여 검토하였다.

안전관리 업무조사 및 분석에서는 지하시설물 관리기관을 대상으로 시설물 안전관리 현황 및 안전관리 관련 업무를 파악하고 문제점에 대한 인터뷰를 실시하였다. 또한 서울시 현장조치 행동매뉴얼 및 개별 지하시설물 관리기관의 대응체계를 비교 분석하여 지하시설물 안전사고 발생 시 민관의 대응 협업체계를 분석하였다.

마지막으로는 관련 연구기관의 전문가 자문회의를 통해 지하시설물 관리체계, 협업체계, 정보체계 개선 등 지하시설물 안전관리 개선방안을 도출하였다.

3) 연구보고서의 구성 및 체계

연구보고서는 현황 및 사례분석, 안전업무 및 수요분석, 현장조치 행동매뉴얼 분석, 지하시설물 안전관리 정책개선안으로 구성되어 있다.

현황 및 사례분석에서는 지하시설물 시설 및 관리 현황, 국내외 사고 현황, 지하시설물 주요 사고에 대한 대응 타임라인 분석을 수행하고자 한다. 지하시설물 시설 및 관리현황에서는 서울시에 분포하고 있는 지하시설물 유형에 따른 시설현황을 파악하고 지하시설물에 대한 관리기관을 파악하여 지하시설물 관리의 어려움을 살펴보고자 한다. 국내외 사고 현황에서는 주요 지하시설물 사고의 특성 및 원인을 살펴보고, 지하시설물 주요 사고에 대한 타임라인 분석에서는 실제 시간대별 현장대응 내용을 살펴보고 이에 대한 개선사항을 살펴보았다.

안전업무 및 수요분석에서는 지하시설물별 안전관리 업무분석, 지하시설물 안전관리 매뉴얼을 중심으로 살펴보았다. 안전관리 업무분석에서는 「지하안전관리에 관한 특별법」을 중심으로 지하시설물별 관련 법제도 현황, 지하시설물 관리기관에서 작성해야 하는 안전관리규정을 중심으로 진행하고 있는 안전관리 업무 내용, 지하시설물 안전관리 담당자들의 인터뷰를 진행하여 지하시설물 안전관리에 대한 현재의 주요 진행사항 및 향후 진행예정인 개선사항을 살펴보았다.

현장조치 행동매뉴얼 분석에서는 지하시설물 재난 유형인 상수도, 도시가스, 통신, 전력 등 주요 사고에 대한 현장조치 행동매뉴얼을 중심으로 서울시 및 관련 지하시설물 관리기관과의 역할 등의 내용을 검토하여 개선방안을 도출하고자 한다.

마지막으로 정책개선안에서는 분석된 내용을 바탕으로 평상시의 안전관리 방안, 재난 발생 시 대응력 강화를 위한 개선방안, 서울시 지하시설물 관리 행정조직 강화 방안으로 구분하였다. 평상시 안전관리 방안으로는 지하시설물 안전관리를 위한 안전점검, 지하시설물 정보관리시스템, 관련 법규 정비 등의 내용을 제시하며, 재난발생 시 대응력 강화를 위한 개선방안으로는 서울시 재난수습부서 책임 강화, 복합재난 시나리오 설정 및 훈련, 서울시 및 지하시설물 관리기관의 재난대응 매뉴얼 재정비 등이다. 지하시설물 관리 행정조직 강화에서는 민관 실무 협의체 강화 방안 및 현재 지하안전 업무를 담당하고 있는 도로관리과 지하안전팀의 역할이 강화될 수 있도록 조직적인 측면에서의 개선방안을 도출하고자 한다.

현황 및 사고사례 분석	지하시설물 현황	- 지하시설물 분포현황 및 관리기관	지하시설물 현황 및 시사점 도출
	지하시설물 안전사고 현황	- 서울시 사례 - 국외사례	
	지하시설물 안전사고 대응 타임라인 분석	- KT 아현지사 통신구 화재 - 목동 열수송관 누수사고 - 충무로 일대 상수도 파열사고	사례를 통한 현장대응 문제점 도출
안전관리 업무 및 현장조치 행동매뉴얼 분석	지하시설물 안전관련 법제도 및 안전관리 규정	- 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법 - 지하안전관리에 관한 특별법 - 화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 - 개별시설물 관련법 - 안전관리규정	지하시설물 안전관리 요구사항 및 개선방안 도출
	지하시설물 안전관리 담당자 인터뷰	- 지하시설물별 안전관리 현황 및 개선사항	
	지하시설물 정보시스템 운영현황	- 중앙부처 정보시스템 4개 - 서울시 정보시스템 3개	민관협력 개선방안 및 현장 적용성 높은 매뉴얼 개선방안 도출
	지하시설물 안전관련 매뉴얼 분석	- 서울시 현장조치 행동매뉴얼	
지하 시설물 안전관리 방향	서울시 지하시설물 안전관리 개선방안	- 전문가 및 담당자 자문회의	지하시설물의 평상시 안전관리 개선방안, 재난발생시 대응력 강화를 위한 개선방안, 지하시설물 관리 행정조직 강화방안

[그림 1-1] 연구보고서의 구성 및 체계

02

지하시설물 현황 및 사고사례 분석



1_지하시설물 현황

2_지하시설물 안전사고 현황

3_지하시설물 안전사고 대응 타임라인 분석

02. 지하시설물 현황 및 사고사례 분석

1_지하시설물 현황

지하시설물은 「지하안전관리에 관한 특별법」(이하 지하안전법) 제2조에 따라 지하를 개발·이용하는 시설물로 상수도, 하수도, 전력시설물, 전기통신설비, 가스공급시설, 열공급시설, 공동구 등으로 정의된다. 지하시설물 현황 데이터는 지하시설물 관리기관별로 관리되고 있으며, 과거에 개발된 지하시설물의 경우에는 현황을 파악하기 어려워 데이터가 부재하다. 또한, 현존하는 정보시스템 내 데이터는 데이터 구축목적에 따라 범위가 달라 같은 시설물의 현황이라도 그 값이 다르다. 이처럼 지하시설물 현황에 대해 부정확한 부분이 있지만 서울시 내부자료를 살펴보면 서울시의 7대 지하시설물인 상수도, 하수도, 전기, 전기통신, 가스, 열수송관, 공동구로 총연장은 52,345km다. 이는 서울시 도로 총연장인 8,310km(2019년 기준)보다 약 6배가량 긴 수치다. 개별 지하시설물의 연장은 가스가 14,706km로 가장 많은 비중을 차지하고, 상수도 13,888km, 하수도 10,586km, 전기통신 8,666km, 전기 3,265km, 열수송관 1,200km, 공동구 34km 순이다.

지하시설물 중 상수도의 대부분은 서울시 상수도사업본부에서 관리하고 일부는 K-water, 인천광역시, 하남시에서 관리한다. 열수송관은 서울에너지공사와 한국지역난방공사에서 관리한다. 하수도는 서울시 물순환안전국에서 관리하며, 공동구는 서울시시설공단에서 관리한다. 민간기관이 관리하는 지하시설물은 전기, 전기통신, 가스로 전기는 한국전력공사, 전기통신은 KT, LGU+, SK 등이며, 가스는 한국가스공사 외 5개 기관에서 관리한다.

관리기관 유형별 시설물 연장은 서울시 관리가 24,606km로 47%를 차지하며, 나머지 53%인 27,739km는 민간기업 등 타 기관에서 관리하여 서울시가 관리하는 지하시설물보다 타 기관에서 관리하는 시설물의 비율이 더 높다. 이와 같이 지하시설물 중

50% 이상이 서울시 이외의 타 기관에서 관리하고 있기 때문에, 화재, 폭발, 붕괴 등 사고가 발생하는 경우 체계적 대응이 이루어지지 못하고 있다.

[표 2-1] 서울시 지하시설물 관리기관 및 연장

(2019년 12월 기준)

시설명	관리기관		연장(km)
	서울시	타기관	
상수도	상수도사업본부	-	13,571
	-	K-water, 인천광역시, 하남시	317
하수도	물순환안전국	-	10,586
전기	-	한국전력공사	3,265
전기통신	-	Kt, LG U+, SK텔레콤, SK브로드밴드	8,666
가스	-	한국가스공사, 서울도시가스, (주)에스코, 대륜E&C, 코원에너지서비스, 귀뚜라미에너지(주)	14,706
열수송관	서울에너지공사	-	415
	-	한국지역난방공사	785
공동구	서울시설공단	-	34
총계			52,345

출처: 서울시 내부 자료

2_지하시설물 안전사고 현황

1) 지하시설물 안전사고 건수 및 발생원인

지하시설물 안전사고 발생 추세와 안전사고 발생 원인을 살펴보기 위해 개별 지하시설물 안전사고 발생 건수와 도로시설 안전사고인 지반침하 및 지반함몰 발생 현황을 살펴보았다.

상수도의 경우 상수도 누수통계를 통하여 안전사고를 유추할 수 있으나 누수통계에는 상수도 파열 등 안전사고를 수반하지 않은 단순 누수 자료가 포함되어 안전사고 통계 자료로 적합하지 않은 것으로 판단된다. 전기통신, 열수송관, 공동구의 경우 사고 발생 건수가 낮아 안전사고 통계데이터가 따로 구축되어 있지 않다. 또한, 전기의 안전사고 통계는 보안상의 문제로 취득이 어려웠고, 행정안전부의 연도별 안전행정통계연보에도 최근 안전사고 발생 건수는 없는 것으로 나타났다, 이에 따라 지하시설물 개별 안전사고는 현황을 파악할 수 있는 하수도와 가스에 대한 사고통계를 살펴보았으며, 상수도는 누수통계 자료를 통하여 간접적으로 상수도의 관리 현황을 살펴보았다. 이외에 지하시설물 안전사고 현황 데이터를 보완하기 위해 도로시설 안전사고인 지반침하 및 지반함몰 발생 현황과 사고 발생 원인을 살펴보았다.

(1) 시설물별 사고 현황

① 하수도

하수도는 파손 등 직접적 사고에 의한 통계자료는 구축되지 않아, 하수도가 원인이 되어 지반침하가 발생한 통계자료를 살펴보았다. 발생건수는 2015년 24건, 2016년 48건, 2017년 11건, 2018년 15건, 2019년 5건으로, 2016년에 가장 많이 발생하였으나 전반적으로 감소추세에 있다.

[표 2-2] 연도별 하수도 사고

연도	2015	2016	2017	2018	2019
건수	24	48	11	15	5

출처: 서울시 내부자료(2015~2019)

② 도시가스

도시가스 사고는 2014년 1건, 2015년 0건, 2016년 1건, 2017년 4건, 2018년 3건, 2019년 4건으로, 발생 건수는 연 5회 이하이다. 그러나 가스는 폭발의 위험이 있고 인명피해 등의 피해가 예상되어 타 지하시설물보다 엄격한 관리가 필요한 시설물이다. 사고의 형태를 살펴보면 사고 발생 건수 총 13건 중 12건이 가스 누출로 대부분이었으며, 가스 누출로 인한 화재가 1건이다. 사고원인은 10건이 타 공사 과정에서 가스관을 손상시켜 발생하였으며, 차량 추돌, 지반침하 등 외압으로 인한 사고 발생이 3건으로 나타났다. 가스의 경우 폭발의 위험으로 인해 타 시설물보다 엄격하게 자체 점검을 하고 있어 시설물 노후화 및 결함 등 시설물 자체의 문제로 인한 사고 발생은 적은 것으로 판단된다.

[표 2-3] 연도별 도시가스 사고

년도	일시	장소	사용처	사고 형태	원인	사 고 개 요
2014	5/10	강남구	공사장	누출	타 공사 사고	철거공사 중 건물 일부가 붕괴되면서 배관이 손상되어 가스 누출
2016	10/24	동대문구	공급 시설	누출	타 공사 사고	신축공사 현장에서 CIP(파일) 작업 중 도시가스 배관을 손상시켜 가스 누출
2017	01/23	금천구	주택	화재	타 공사 사고	주택 철거현장에서 굴삭기로 가스배관을 손상시켜 가스 누출 및 화재 발생
	08/01	동대문구	공급 시설	누출	타 공사 사고	하수도 보수공사를 하던 중 굴삭기가 매설된 배관을 손상시킨 사고
	12/21	강서구	도로	누출	타 공사 사고	상수도 공사 등 외부하중에 의해 손상된 도시가스 배관(용접부)에서 가스 누출
	03/25	강남구	도로	누출	외압	차량이 도시가스 입상관과 충돌하여 가스 누출
2018	04/05	마포구	주택	누출	외압	매설된 가스배관이 토압의 하중으로 연결부가 파단되면서 가스 누출
	04/20	서초구	기타	누출	타 공사 사고	신축공사 터파기 중 도시가스 배관을 손상시켜 가스 누출
	12/29	종량구	주택	누출	외압	지반침하로 입상밸브 후단 엘보우 부분에서 가스 누출
2019	01/29	종량구	주택	누출	타 공사 사고	주택에서 태양광 피뢰설비 설치과정에서 매몰배관을 손상시켜 가스 누출
	04/23	강남구	보호 시설	누출	타 공사 사고	사찰 내 하수관공사 중 도시가스 매설배관을 포크레인이 손상시켜 가스 누출
	11/11	금천구	공급 시설	누출	타 공사 사고	보도 내 전신주 설치를 위한 굴착작업 중 도시가스 매설배관을 손상시켜 가스 누출
	11/22	강남구	공급 시설	누출	타 공사 사고	지역난방 열수송관 공사 중 도시가스 중압 매설배관을 손상시켜 가스 누출

출처: 가스사고연감자료(2014-2018)

③ 상수도

상수도 누수 건수는 2014년 9,413건부터 2018년 8,399건까지 약 1천 건이 감소하였으나, 2019년에 2018년 대비 약 300건 이상 소폭 상승하였다. 전반적으로 누수 건수가 감소하는 추세를 보이고 있으나 누수지점에 대한 관리가 이루어지지 못하는 경우 상수도 파열 등 큰 규모의 안전사고가 발생할 수 있기 때문에 상수도 누수에 대한 지속적인 점검과 관리가 요구된다.

[표 2-4] 연도별 상수도 누수사고

연도	2014	2015	2016	2017	2018	2019
건수	9,413	9,157	8,881	8,454	8,399	8,632

출처: 상수도 누수방지 계획(2015-2020)

상수도 누수사고의 주원인은 진동에 의한 접합 부위 누수로 39.1%이며, 관노후에 의한 누수가 29%, 불용관이 20.7%를 차지하였다.

[표 2-5] 상수도 누수사고 원인

구분	계	관노후	불용관	진동	부등침하	전식	원인자	기타
계	8,632	2,507	1,788	3,376	6	249	326	380
비율(%)	100	29.0	20.7	39.1	0.1	2.9	3.8	4.4

출처: 2020 누수방지 계획(서울특별시)

(2) 도로시설 안전사고(지반침하, 지반함몰) 현황

개별 지하시설물 주요 안전사고 사례 이외에도 서울시에서는 끊임없이 지반함몰 발생과 이와 관련된 지하시설물 사고가 발생하고 있어 이에 대한 현황 및 사고원인을 살펴보았다.

2015년부터 2019년까지 약 5년간 서울시에서 발생한 지반침하는 153건으로, 지반침하와 연계된 지하시설물은 상수도, 하수도이며, 다음으로 전기통신, 전기, 열수송관 순으로 나타났다. 사고 발생원인의 대부분은 노후화, 시공 부주의, 연결부 결함 등으로 외부 요인보다는 내부 요인으로 발생하는 것으로 나타났다. 이 중 주요 요인으로는 시설 노후화 및 연결부 결함, 다짐 및 시공 부주의 등 다양하다.

사고 발생원인의 대부분은 노후화, 연결부결함으로 하수도에서 가장 많이 발생하였으며, 상수도과 열수송관 또한 대부분 노후화로 인해 안전사고가 발생하였다. 전기통신,

전기, 가스의 경우 다짐 미흡으로 인한 안전사고 발생 비중이 높았다. 앞서 살펴본 바와 같이 노후화가 진행되고 있는 열수송관 및 전기통신, 전기, 가스에서도 노후화에 의한 안전사고가 발생할 것으로 예상된다.

[표 2-6] 지하시설물 안전사고 현황 및 원인

(조사기간: 2015년 1월 - 2019년 8월)

	하수도	상수도	전기통신	전기	가스	열수송관	합계
노후화	61	15	1	1	-	2	80
다짐미흡	4	4	7	3	2	-	20
손상	1	2	1	-	-	-	4
시공부주의	5	1	-	-	-	-	6
연결부결함	25	2	1	1	1	1	31
진동	-	4	-	-	-	-	4
천공	1	1	3	-	-	-	5
파손	1	-	-	-	-	-	1
폭우	1	-	-	-	-	-	1
기타	4	-	-	-	-	-	4
합계	103	29	13	5	3	3	153

출처: 서울시 내부자료(2015-2019)

2) 지하시설물 안전사고 사례

(1) 서울시

서울시 지하시설물 안전사고 대표적 사례는 [표 2-7]과 같으며, 지하시설물의 사고원인은 시설물의 노후화에 따른 파손, 화재, 관리체계 미흡 등으로 나타나고 있다. 피해는 인명 및 재산 피해 이외에도 도로침수, 교통마비, 시설물 기능 중단, 2차적인 업무마비 등 간접적인 피해가 상당한 것으로 나타나고 있다.

상수도는 2019년에 발생한 문래동 수질 사고와 총무로 일대 상수도 파열사고 사례가 있다. 두 사고사례는 모두 노후화된 상수로로 인한 사고 발생으로 피해 현상은 상수도 공급 중단, 지반침하 및 도로침수, 교통마비로 나타났다. 문래동 수질사고로 인해 상수도 수질관리 강화에 대한 필요성이 대두되었으며, 이로 인해 수질관리 대응매뉴얼이 작성되었고, 수질관리를 위한 빅데이터 분석 등의 기법이 도입되었다.

하수도는 2014년 6월부터 8월까지 두 달간 석촌호수 인근 여러 장소에서 발생한 지

반침하 사례가 대표적이다. 이는 하수관 노후화에 의해 파손된 하수관으로 지반함몰이 발생하였으며, 이로 인한 교통마비의 2차 피해가 발생하였다. 지반침하의 경우 인명피해가 자주 발생하지는 않으나 지반함몰에 의한 인명피해가 발생한 타 사례를 통해 인명피해를 고려하지 않을 수 없는 안전사고다. 이 사고를 계기로 지반함몰의 위험성이 대두되면서 「지하안전관리에 관한 특별법」이 제정되었다.

전기의 경우 구리-망우 전력구 화재사고(2006년)가 있으며, 이는 전력구의 전기 관련 시험 중 부주의로 인해 화재가 발생한 것으로, 전력 공급 마비가 발생하였다. 이로 인해 전력 공급 마비 이외에도 교통신호 제어 불능에 따른 차량 흐름 저해 등 2차 피해가 발생하였다. 당시 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」에 의해 지하구에 소방시설을 설치하게 되어 있었으나, 이는 관련 조항 개정 날을 기준으로 그 이후에 만들어진 지하 구조물에만 적용되어 구리-망우 전력구에는 소화시설이 설치되어 있지 않았다. 그러나 이후 모든 지하구에 소방시설을 설치하도록 법이 더욱 강화되었다.

통신의 경우 KT 아현지사 통신구 화재사고(2018년)가 있으며, 사고 발생 원인은 전기적 원인에 의한 발화로 화재로 인해 약 803천만 원 재산피해 및 통신장애, 카드결제 불통 등 2차 피해가 발생하였다. 전기와 통신시설물은 사고 발생 시 정전, 통신마비 등으로 인한 업무 및 일상생활에 영향을 미치는 시설물로 타 시설물에 비해 많은 경제적 손실을 발생시킨다. 사고 이후 통신시설 이중화 및 통신사 간 무선망 공유 협약을 통해 통신사고에 대비하고 있으며, 소방시설을 강화하고 안전점검에 로봇 등 스마트 기술을 접목하는 등 안전관리를 강화하였다.

가스 사고로는 1994년 발생한 아현동 도시가스 밸브스테이션 가스 폭발사고, 1998년 공덕동 도시가스관 가스 폭발사고가 가장 대표적이다. 가스의 경우 폭발을 동반하기 때문에 타 시설물보다 인명피해의 가능성이 크며, 사고 장소 일대에 물리적 피해를 발생시키기 때문에 피해 정도가 높은 시설물이다. 특히, 아현동 도시가스 밸브스테이션 가스 폭발사고는 하수관을 통해 타 건물에 가스가 유입되어 2차, 3차 폭발이 발생하였고, 이로 인해 사망 12명, 부상 101명, 이재민 816명 등 대규모 인명피해를 발생시켰다. 이 사고로 인해 처음으로 지하시설물 안전관리의 필요성이 대두되어 이를 위해 지하시설물 지도를 제작하였으며, 굴착공사 시 굴착공사 신고 및 관리하는 방안을 마련하였다.

열수송관은 2018년에 발생한 목동 열수송관 누수 사고가 대표적이다. 이는 관로 노

후화 및 용접 부위 손상으로 열수송관이 파손되어 사고지점 일대 온수 및 난방 공급이 중단된 사고사례로, 이로 인해 열수송관 노후화 문제가 처음으로 대두되었다. 열수송관의 경우 겨울철에만 가동되는 시설물로 상대적으로 사고 발생 및 피해 영향 정도가 타 시설물보다 낮으나, 사회기반시설인 열수송관의 노후화가 이미 진행되고 있는 시설물임을 고려하여 향후 사고 발생 가능성에 대비해야 한다.

마지막으로 공동구 사례로는 여의도 공동구 화재사고(2000년)로, 이는 공동구 관리체계 미흡으로 발생하였으며, 이로 인해 전력·금융·통신·교통 등 마비와 약 17억 원의 재산손실이 발생하였다. 이 사고의 경우 당시 지하시설물에 소방시설이 설치되어 있지 않아 화재 진압이 더욱 어려웠으며, 이후 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」에 지하시설물에 소방시설물 설치를 의무화하도록 개정되었다. 또한, 사고대응 시 유관기관 간 정보공유의 부족으로 소방의 초기진압이 어려움이 있었으며, 이후 공동구 유관기관 및 소방, 경찰 등 합동 안전점검 및 훈련을 시행하고 있다. 서울시에서 발생한 지하시설물 사고 현황은 지반침하, 가스폭발, 공동구 화재, 상수도 누수에 의한 공급 중단 등이 주로 나타나고 있음을 알 수 있다. 특히, 상수도, 하수도의 경우 관망 파손에 의한 지반침하가 높게 나타나 지속적인 안전점검이 요구되고 있으며, 전기통신, 전기, 가스의 경우에는 사고 시 공공서비스 중단에 따른 2차 피해가 발생할 가능성이 큰 것으로 나타나 유관기관 간 협동체계를 통한 안전관리가 이루어져야 한다. 이외에도 사고원인으로 시설물 노후화에 의한 사고가 많이 나타나 노후 지하시설물에 대한 안전점검 및 유지관리에 대한 지속적 투자가 이루어져야 한다.

[표 2-7] 지하시설물 안전사고 국내사례

시설	재난명	일시	원인	피해	주요이슈
상수도	문래동 수질사고	2019. 6.	노후화	약 한 달간 상수공급 중단	수질관리강화에 대한 필요성 대두 (수질관리 대응매뉴얼 작성, 빅데이터 분석 등)
	충무로 일대 상수도 파열사고	2019. 9.	노후화 및 파열	지반침하 및 도로침수, 교통 마비	
하수도	석촌호수 인근 지반침하	2014. 6. - 8.	노후화 및 파손	지반침하 및 지반함몰	「지하안전관리에 관한 특별법」 제정
전기	구리-망우 전력구 화재사고	2006. 12.	부주의	전력구 화재 및 교통지체	소화시설 설치 기준 강화
전기 통신	KT 아현지사 통신구 화재사고	2018. 11.	원인미상	약 803 천만 원 재산피해 및 통신장애·카드결제 불통 등 2차 피해	안전점검에 로봇 등 스마트 기술 접목 통신 시설 이중화, 소방시설 강화
가스	아현동 도시가스 밸브스테이션 가스폭발사고	1994. 12.	환기통 점화	하수관을 통해 타 건물 내 유입되어 2차, 3차 폭발 발생 사망 12명, 부상 101명, 이재민 816명	지하시설물 안전관리 강화 지하시설물 지도 제작 굴착공사 시 굴착공사 신고 및 관리
	공덕동 도시가스관 가스폭발사고	1997. 4.	도시가스관 손상	사고 장소 일대 전소	
열수송관	목동 열수송관 누수사고	2018. 12.	노후화 및 손상	온수 및 난방 공급 중단	열수송관 노후화 문제 대두
공동구	여의도 공동구 화재사고	2000. 2.	관리체계 미흡	전력, 금융, 통신, 교통 마비 및 약 17억 원 재산손실	방화시설 설치기준 강화, 합동안전점검 및 훈련 시행

(2) 국외

국외에서 발생한 지하시설물 안전사고의 대표적인 사례는 [표 2-8]과 같다. 국내에서 발생한 지하시설물 사고보다 피해규모가 크게 나타나고 있으며, 원인 및 피해 양상도 복잡하게 나타나고 있음을 알 수 있다. 사고 원인으로는 국내와 마찬가지로 시설물의 노후화, 관리소홀, 화재 등으로 나타나고 있으나, 피해규모의 대형화로 인명 및 재산 피해가 상당히 크게 나타나고 있으며, 간접적인 피해도 상당한 것으로 파악된다. 상수도 사고로는 미국 LA에서 2014년에 발생한 상수도관 파열사고로 상수도 노후화에 따른 연결 부위 파손으로 발생하였다. 이로 인해 도로함몰이 발생하였고 함몰된 도로로 누수된 상수로 인한 도로침수가 발생하였고, 이에 8명이 고립되었으며, 최종

복구가 완료된 이후에도 차량정체 현상이 정상화되기까지 시간이 많이 소요됐다. 이로 인해 LA에서 노후상수관로의 문제와 교체의 필요성이 대두되었다.

하수도 사고로는 1992년 멕시코 과달라하라시 배관 파손사고로, 이는 하수관에 유입된 기름이 하수구에서 기화하여 폭발한 사고다. 이로 인해 15,000여 주택이 파손되고, 도로함몰 발생 및 사망자 208명, 부상자 1,400명, 이재민 1,500명 등 대규모 인명피해가 발생하였다. 이 사고는 하수관 내 가스밀도상태가 위험하다는 것을 감지했을 때 예방조치가 바로 이루어졌다면 사고는 발생하지 않았을 것으로 시설물 유관기관의 초동조치가 필요함을 시사한다. 또한, 하수관로 내 기름 유입으로 인한 폭발은 하수관로 자체의 단일재난이 아닌 복합재난 관점에서 살펴볼 필요성이 있으며 이에 대한 대비가 필요하다.

전력사고로는 2016년 도쿄 지하 송전시설 화재사고로, 이는 송전케이블 노후화로 발생한 것이다. 이로 인해 인근 건물 58만여 채가 정전되었고, 열차 중단, 관공서 정전으로 행정 업무에 차질이 발생하였다. 사고 이후 기존 연 1회 육안점검인 안전관리를 로봇과 AI를 통해 효율적으로 관리하는 방안을 마련했다.

통신사고로는 미국과 일본의 사례를 살펴보았다. 1975년 미국 뉴욕 맨해튼에서 통신구 내 원인 미상의 화재가 발생하여 이로 인해 맨해튼 300개 구역 전화 서비스가 중단되었으며, 해당 전화국 건물의 최상층까지 손상되었다. 또한, 화재 진압을 한 소방관 230여 명이 유독 가스에 중독이 되었다. 이후 화재 안전 및 건축 법규가 개정되었으며, 소방활동을 위한 공조 및 환기 시스템 설치 표준이 강화되었다.

1984년 도쿄 세타가야 전화국 지하통신구에서 전화 회선 증설공사의 보수작업 중 화재가 발생한 것으로 이로 인하여 인근 은행 및 증권, 우체국 업무가 마비되었으며, 약 1조 5천억 원의 피해가 발생했다. 특히 통신이 마비되면서 소방과 경찰 등에 신고 및 긴급 통보가 이루어지지 않아 사고대응에 많은 어려움이 나타났으며, 이후 통신구 내 화재감시를 위한 모니터링 시스템이 설치되었다.

가스 사고사례로는 미국 뉴멕시코 칼스베드 사고와 대만 가오슝시 가스폭발 사고사례를 살펴보았다. 뉴멕시코 칼스베드 사고는 2000년에 발생한 사고로 안전점검 및 파이프 안전성 기준 미흡으로 인한 파이프의 내부부식으로 인해 발생한 것이다. 이는 파이프 부식 제어프로그램이 작동하고 있었음에도 프로그램의 결함으로 이를 발견하지 못한 시스템 기능의 문제가 발생한 것으로 볼 수 있다. 이로 인해 인근 강을 지나 는 현수교 손상 및 3대의 차량 파괴 등 약 1,000달러의 재산피해가 발생하였으며,

12명의 사망자가 발생하였다. 이후 가스관로 설치 시 관로 내 부식을 완화할 수 있는 기능을 구성하고, 관로 간 이격거리를 늘리는 등 설치기준을 개정하였으며, 안전점검 프로그램을 개선하였다.

대만 가오슝시 가스폭발 사고는 2014년에 발생한 사고로 지하관로의 압력이 떨어졌음에도 지속적인 가스 공급으로 폭발한 것이다. 이로 인해 사망 26명, 실종 2명, 부상 285명의 인명피해가 발생하였다. 가스 공급업체는 가스관로가 파손되어 가스가 유출되고 있음에도 당국에 통보하지 않았으며, 이에 3시간 동안 누출된 가스가 공기 중에서 휘발하면서 8차레 연쇄 가스폭발이 발생한 것이다. 이와 더불어 가스 누출 주민 신고를 받은 가오슝시에서도 3시간 동안 누출 가스 성분을 파악하지 못해 초기대응을 하지 못하였다. 이는 지하시설물 민관협력체계의 미흡으로 발생한 사고의 대표적 사례로 볼 수 있다.

[표 2-8] 지하시설물 안전사고 국외사례

시설	재난명	일시	원인	피해	주요이슈
상수도	UCLA 상수도관 파열 사고	2014. 7.	노후화	상수도 파열에 따른 도로침수 및 도로함몰로 인한 8명 고립	노후상수도관로 문제 대두
하수도	멕시코 과달라하라시 배관파손사고	1992. 4.	하수도로 유입된 기름이 폭발	15,000여 주택 파손 및 1조 달러 피해, 도로함몰, 사망자 208명, 부상자 1,440명, 이재민 1,500여 명	초동대응 미흡 및 복합재난
전기	도쿄 지하 송전시설 화재	2016. 10.	노후화	인근 건물 58만 채 정전, 열차 운행 중단	안전관리에 로봇 및 AI 등 신기술 도입
전기통신	뉴욕 맨해튼 전화국 화재	1975. 2.	원인미상	케이블 장비 손상, 맨하탄 300개 구역 전화 서비스 중단, 소방관 230명 가스중독	화재 안전 및 건축 법규, 공조 및 환기 시스템 설치 표준 개정
	도쿄 세타가야국 케이블화재	1984. 11.	보수작업 중 화재 발생	전화 회선 서비스 중단, 은행 및 우체국 업무 중단, 약 1조 5천억 원 경제적 손실	통신구 내 화재감지 설비 설치
가스	뉴멕시코 칼스배드 사고	2000. 8.	안전점검 미흡 및 관로 부식	인근 현수교 손상, 약 1,000만 달러 피해, 사망 12명	가스관로 설치 기준 및 안전점검 프로그램 개선
	대만 가오슝시 가스폭발 사고	2014. 7.	관로 내 압력 저하로 폭발	사망 26명, 부상 290명	초동대응 미흡에 따른 대응체계 개선

3_지하시설물 안전사고 대응 타임라인 분석

서울시 지하시설물의 관리기관은 크게 서울시, 공기업, 민간기업으로 나눌 수 있다. 서울시에서 관리하는 지하시설물은 상수도과 하수도다. 공동구는 서울시 공기업인 서울시설공단이, 난방관로는 서울시 공기업인 서울에너지공사와 정부 공기업인 지역난방공사가 관리한다. 나머지 전기, 가스, 통신은 여러 민간기관이 관리하고 있으며, 산업통상자원부와 과학기술정보통신부는 이들 시설물을 국가시설물로 분류하고 있다. 이처럼 지하시설물의 관리기관은 다양하며, 주 관리기관이 어디냐에 따라 지하시설물에 대한 재난 및 안전사고 발생 시 서울시의 사고수습 개입 여부가 달라진다.

그러나 서울에서 발생하는 사고는 서울시민의 일상에 직접적인 영향을 미치기 때문에 시설물 관리기관보다는 서울시라는 ‘장소성’에 중점을 두게 된다. 그 결과 서울시에서 운영 및 관리하는 지하시설물이 아니더라도 재난발생 시 서울시의 역할이 강조되고 있다. 최근 발생한 지하시설물 관리기관별 안전사고 사례의 대응 타임라인 분석을 통해 현장대응의 문제점을 살펴보고 서울시 및 유관기관의 대응 개선안을 도출하고자 하는 것도 여기에 이유가 있다.

서울시 관리 지하시설물의 대표적 사고로 총무로 일대 상수도 파열사고를, 서울시 공기업 관리 지하시설물의 대표적 사고로 목동 열수송관 누수사고를 살펴보았다. 민간기업 관리 지하시설물의 대표적 사고로는 KT 아현지사 통신구 화재사고를 살펴보았다.



[그림 2-1] 지하시설물 안전사고 대응 타임라인 분석 대상 사례

지하시설물 안전사고에 대한 대응 타임라인 검토 결과 서울시 상수도사업본부 및 서

울시 산하 공기업인 서울에너지공사가 관리하는 경우에는 대응이 전반적으로 잘 진행된 것으로 평가되었다. 그러나 아현동 통신구 사고처럼 민간기업이 관리주체인 경우에는 서울시, 중앙부처, 시설물 관리기관 간에 초기대응이 유기적으로 이루어지지 못한 것으로 평가된다.

1) 충무로 일대 상수도 파열

(1) 사고내용

이 사고는 2018년 7월 17일 (화) 오후 1시 26분경 중구 지하철 3호선 충무로역 교차로에서 노후한 상수도관의 접합부위가 벌어져 발생하였다. 상수의 누수로 반경 5m의 도로 일부가 1.5m 깊이로 내려앉았고, 인근 도로와 인도가 물에 잠겼다. 인명피해는 발생하지 않았으나, 주변의 교통의 흐름에 지장을 초래하였다. 관리부서인 상수도사업본부는 파열된 수도관으로 통하는 물을 차단하고 일부 차도를 통제 후 긴급복구를 수행하였다.

(2) 대응 타임라인 분석

충무로 일대 상수도 파열사고 대응 시 매뉴얼이 적절히 작동되었는지 확인하기 위해서 실제 대응시간 및 조치사항과 '서울시 「대형 상수도 누수」 현장조치 행동매뉴얼'의 가동여부, 재난수습부서의 역할, 유관기관과의 협업체계 등을 살펴보았다.

상수도 파열사고가 발생하고 35분 후에 누수 복구 작업이 시작되었고, 4시간 30분 경과 시점에 되메우기, 11시간 30분 경과 시점에 포장복구 작업을 완료한 것으로 나타났다.

[표 2-9] 충무로 일대 상수도 파열사고 대응 타임라인

시간	조치사항
오후 1시 25분	- 상수도 파열로 도로에 흙탕물 솟구침
오후 2시 (35분 경과)	- 주변 상수도관 밸브를 모두 잠금 · 이후 물이 빠르게 빠져 정상적 처리로 통행 가능 · 상수도관을 통해 물을 공급받는 일부 건물 약 30분가량 단수 - 누수 발생 관로의 복구 작업 실시 · 복구 작업 시 단수 해결을 위해 수로 변경 및 비상급수 준비
오후 3시 (1시간 경과)	- 주변 건물의 단수문제 해결
오후 3시 30분 (1시간 30분 경과)	- 통행에 지장이 없는 상태로 도로복구

시간	조치사항
오후 6시 30분 (4시간 30분 경과)	- 새로운 수도관 매설작업
자정 이후 (11시간 30분 경과)	- 도로포장 완료

*관련기사로 재작성

‘서울시 「대형 상수도 누수」 현장조치 행동매뉴얼」 내 「대형 상수도 누수사고」 발생 예상 시나리오에 의한 대응 타임라인은 민원 신고접수 후 20분 내 상황전파 및 판단, 1시간 이내 출동 및 응급조치, 16시간 이내 누수복구, 21시간 이내 되메우기, 25시간 이내 포장복구 작업으로 되어있다.

실제로 서울시 상수도사업본부에서는 사고 발생 후 즉각적으로 재난현장 통합지원본부를 구성하였고, 실제 대응에서 시나리오보다 더 빨리 대응조치를 취하였다. 또한, 매뉴얼 내 재난현장 통합지원본부 구성에 따라 상수도사업본부에서 총괄지원반, 현장조치반, 급수대책반, 생산관리반 등을 구성하고 상황총괄 역할을 수행하였다. 결론적으로 충무로 일대 상수도 파열사고는 현장조치 행동매뉴얼에 따라 대응조치가 잘 이루어졌다고 판단된다.

[표 2-10] 충무로 일대 상수도 파열 대응 타임라인 분석 결과

구분	내용
현장대응 매뉴얼 가동여부	매뉴얼의 타임라인에 맞춰 적절히 가동
재난수습부서의 역할	재난수습부서인 상수도사업본부에서 재난현장 통합지원본부를 구성하고 현장파악 및 수습활동 등 역할 수행
유관기관과의 협업체계	상수도사업본부 내 유관부서의 협업이 이루어졌음

2) 목동 열수송관 파열사고

(1) 사고내용

목동 열수송관 파열사고는 2018년 12월 11일 오전 9시경, 오후 6시경 두 차례에 걸쳐 양천구 목동 1단지 아파트 앞 화단에서 수증기 및 물기둥이 치솟으면서 발생하였다. 사고원인은 노후한 열수송관이 균열·파열된 것으로 추정되고 있으며, 파열된 열수송관은 1985년 시공 후 내부지침에 따라 주기적인 점검만 이뤄졌을 뿐 그동안 한 차례도 교체된 적이 없다고 한다.

사고 발생 후 열수송관 관리기관인 서울에너지공사에서는 사고 현장에 재난현장통합 지원본부를 설치해 복구 작업을 실시하였다. 열수송관 파열사고로 일대 1,882가구에 17시간여 정도 난방과 온수 공급이 끊기는 주민피해가 발생하였으며, 서울에너지공사는 인근에 주민대피소를 마련하고 전기장판 724개, 담요 160개, 핫팩 등 보온물품을 피해 주민들에게 대체난방기기로 제공하였다.

(2) 대응 타임라인 분석

목동 열수송관 파열사고가 발생하자 서울에너지공사는 자체 재난안전대책본부를 가동하고, 비상경보 발령 및 이에 상응하는 대응 활동을 벌였다. 자세히 살펴보면 사고 발생 28분경과 후 서울에너지공사 재난안전대책본부가 가동되었고, 46분 경과 후에는 1차 상황판단회를 열었다. 이후 50분 경과 시점에 서울시 및 산업통상자원부에 보고하였다. 60분이 경과하면서 대체난방기기 확보를 지시하였으며, 70분이 경과하면서 양천구청 상황실에 보고하고, 84분 경과 시점에는 피해 주민들에게 대체난방기기를 지급하였다. 서울시는 사고 발생 108분 경과 시점에서 상황공유 및 언론동향을 모니터링하고, 114분 후에는 양천구청 및 소방서에 재난대응 협조요청을 하였다. 사고 발생 306분 경과 후에 서울시장이 현장에 도착하고 상황보고를 받았다. 사고 발생 약 8시간 후인 다음날 오전 2시 30분경 열공급이 재개되면서 상황은 종료되었다.

[표 2-11] 목동 열수송관 파열사고 대응 타임라인

*재난안전대책본부가 가동된 2차 사고 기준

시간	조치사항
18:10	관리사무소 사전 안내 후 2차 공급 중단
18:28	서울에너지공사 재난안전대책본부 가동
18:46	상황판단회의 결과 재난안전대책본부 비상발령
18:50	유관기관 보고(서울시, 산자부 1차)
19:00	대체난방기기 확보 지시 및 유관기관 보고(서울시, 산자부 2차)
19:10	양천구청 상황실 보고
19:17	아파트관리소 복구예정시간(01:00) 통보
19:24	대체난방기기 관리사무소 지급 개시
19:40	유관기관 보고(서울시, 산자부 3차)
19:43	주민대피소 확보 지시

시간	조치사항
19:54	주민대피소 마련
20:27	산자부 에너지수요관리과장 현장 도착 및 사고내용 확인
20:30	주민대피소 설치 완료
20:00	양천소방서 소방관 현장 도착 및 사고내용 확인
21:37	언론취재 동향 보고
21:51	유관기관 보고(서울시, 산자부 4차)
21:58	대체난방기기 지급완료
23:06	서울시장 현장 도착 및 상황 보고
01:01	복구 예정시간 정정 통보
01:36	유관기관 보고(서울시, 산자부 5차)
01:53	용접 완료, 열공급 준비
02:29	통수완료 및 열공급 재개
02:40	유관기관 보고(서울시, 산자부 6차)

서울에너지공사가 비상경보를 발령하는 동안 서울시 차원의 위기경보 발령은 없었고, 서울시는 서울에너지공사의 보고를 통해서만 현장상황의 확인이 가능했다.

즉 열수송관 사고가 발생하였지만 서울시 유관 재난수습부서인 녹색에너지과는 재난 대응 초기에 수행되어야 하는 사고의 인지를 위한 정보수집, 상황 파악 및 상황 전파 등 초기 대응 활동이 부족하였는데, 이는 서울시 자체 열수송관 분야 현장조치 행동매뉴얼이 부재하였던 것이다. 이 사고를 계기로 서울시 열수송관 파열사고에 대한 재난 수습부서 지정, 상황파악 및 전파를 위하여 서울에너지공사와 별개로 서울시 조직에서 대응할 수 있는 현장조치 행동매뉴얼 및 대응 프로세스 구성이 필요한 것으로 나타났다. 이외에 서울시 재난수습부서인 녹색에너지과와 서울에너지공사 사이의 협업 체계 강화 필요성이 제기되었다.

목동 열수송관 파열사고의 원인은 시설물의 노후화로 인한 부식으로 파악되고 있다. 목동 1단지에 매설된 열수송관은 1986년 시공된 노후화된 배관으로 시공 당시의 기술 수준이 취약하여 손상위험이 컸으나 이에 대한 주기적 점검 및 교체가 전무하였다. 따라서 대응 타임라인 외 노후 지하시설물에 대한 유지관리, 안전점검 및 관리 강화도 필요하다고 판단된다.

[표 2-12] 목동 열수송관 파열사고 대응 타임라인 분석 결과

구분	내용
현장대응 매뉴얼 가동여부	열수송관에 대한 서울시 현장조치 행동매뉴얼 부재
재난수습부서의 역할	재난수습부서인 녹색에너지과의 현장 상황파악 및 전파 등 역할 부재
유관기관과의 협업체계	녹색에너지과와 서울에너지공사의 협업체계 미흡

3) KT 아현지사 통신구 화재

(1) 사고내용

KT 아현지사 통신구 화재는 2018년 11월 24일 오전 11시경 원인 미상의 화재가 발생하면서 시작되었다. 이로 인한 인명피해는 없었으나, 재산피해는 부동산 약 3천 만 원, 광케이블, 동케이블 소실로 약 80억 원이 발생하였다. 광케이블, 전력선 등의 손실로 중구, 서대문구, 용산구, 마포구, 은평구 일대에 휴대전화, 전화, 인터넷, TV 및 KT 망을 사용하는 카드결제 단말기와 포스(POS)가 불통되었고 통신장애 발생 등 2차 피해가 발생하였다.

소방, 구청, 경찰, 한전, 가스, 군 등 사고 수습인원만 386명, 장비 112대 등 대규모 인원 및 장비가 동원된 대표적인 통신구 화재사고다.

(2) 대응 타임라인 분석

KT 아현지사 통신구 화재가 발생하면서, 신고접수 4분 후에 선착대가 현장에 도착하여 초기상황을 전파하였고, 바로 인명검색 및 화재진화에 돌입하였다. 22분이 경과하면서 서대문소방서가 대응 1단계를 발령하였고, 과학기술정보통신부는 주의 단계를 발령하였다. 25분이 경과하면서 임시 응급의료소를 설치하고 서대문 지휘팀장 소관 하에 1차 상황판단회의를 가졌다. 185분 경과 시점에 초기화재가 진화되었고, 186분 경과에는 행정안전부 장관과 서울시 행정2부시장이 현장에 도착해 상황판단회의를 가졌다. 383분 경과 시점에는 서대문 통신담당이 착암기 1대, 굴삭기 2대 등 자원을 요청하였으며, 482분 경과 시점에 요청자원이 현장에 도착하였다. 완전 진압 및 대응 단계가 해제된 것은 화재발생 후 600분이 경과한 시점이었다.

이후 지휘권이 서대문구 통합지원본부로 이관되고 KT에서는 통신망 긴급복구반을 투입하여 시설복구를 진행하였다.

[표 2-13] KT 아현지사 통신구 화재 대응 타임라인

시간	조치사항
11:13	서대문구 충정로 KT빌딩 화재 신고접수 및 출동 *상황전파(출동지령, 구청, 경찰 등 유관기관 통보)
11:17	선착대 현장도착, 초기상황 전파, 인명검색 및 화재진화 실시
11:24	서대문 지휘차 도착, 통제선 설치 현장지휘
11:35	대응1단계 발령
11:38	임시 응급의료소 설치
11:39	1차 상황판단회의(서대문 지휘팀장)
11:43	2차 상황판단회의(서대문 지휘팀장)
11:58	제1방면지휘본부장 도착 현장상황 확인
12:03	서대문구 긴급구조통제단장 지휘권 선언
12:04	소방재난본부장 현장도착 현장확인 (현장대원 통신구 진입 시 안전에 유의)
12:07	집중 배연활동 실시
12:55	1차 언론브리핑 실시(서대문 소방행정과장)
13:45	2차 언론브리핑 실시(서대문 행정과장 / KT 서대문지사 차장)
14:23	초진
14:24	행정안전부장관, 행정2부시장 현장도착 / 상황판단회의 실시 - 상황에 따른 복구계획 및 국민 공금사항 정보 전달
15:15	행정2부시장 주재 상황판단회의 실시 - 소방재난본부장, 안전총괄본부장, KT사장 등 참석 - LTE인터넷 긴급복구 및 완전복구 등 시민불편 해소 대책 회의
15:27	3차 언론브리핑 실시(서대문 소방행정과장 / KT 사장 오성목)
16:43	긴급구조통제단장 3차 상황판단회의
17:39	서대문 통신담당 착암기 1대, 굴삭기 1대 요청 (소방재난본부 현장민원전담팀 굴삭기 동원)
18:22	긴급구조통제단장 4차 상황판단회의
18:45	긴급구조통제단장 5차 상황판단회의 실시 (지하매설물 확인을 위한 KT, 가스, 한전 등 유관기관 합동회의 실시)

시간	조치사항
19:18	민간자원 굴착기 1대 현장도착
19:30	굴착기 도로 굴착 실시 (1차 맨홀 주변 굴착, 통신구 배연 및 시야확보)
20:56	특수구조대 굴착 작업장 하단부 68M지점 맨홀 진입
21:08	특수구조대 화점 발견 방수실시
21:26	완진 및 대응단계 해제
21:26	지휘권 이양(서대문구 통합지원본부)
21:30	KT 통신망 긴급복구반 투입
21:46	지휘팀장 신동은 현장 소방력 조정 진압 2개 대, 구조 3개 대 외 귀소 (진압대 2개 대: 연희, 미근 / 구조대 3개 대: 특수, 중부, 서대문)
00:38	서울시장 현장도착 상황회의 실시
01:19	서울시장 굴착 현장확인
02:33	현장활동 종료

‘서울시 「정보통신분야」 현장조치 행동매뉴얼’의 개인별 임무카드에 의한 대응 타임 라인에 따르면 정보통신사고의 상황총괄반인 정보통신보안담당관의 역할은 10분 이내에 상황접수·전파·보고, 20분 이내에 재난현장과 핫라인 유지, 30분 이내에 실무반 임무부여 및 사고상황 모니터링 등 신속하게 수습하도록 되어있다. 그러나 실제 대응에서는 정보통신보안담당관의 역할이 미흡했던 것으로 나타났다.

또한, 대응 초기에 소방재난본부와 과학기술정보통신부에서 대응 1단계 및 주의 단계를 발령하는 것에 견주어 정보통신마비에 대한 서울시의 위기경보 발령이 없었고 사고 발생 3시간 후에 현장에 도착하는 등 소극적인 대응을 보였다. KT 통신이 민간시설물이고 통신구는 중앙부처 소관 업무라는 점을 감안하면 일부 이해되는 부분이 있으나 서울에서 사고가 발생하였기 때문에 서울시 재난수습부서의 역할은 필요했다. 대응 주체가 현장에 도착했음에도 초기진화가 약 3시간 후에 이루어진 것은 초기 정보 부족 및 정보의 부정확성으로 선착대의 통신구 내부 진입 시 위험이 존재하였고 지하시설물에 대한 중앙부처, 관리주체, 서울시 간의 시설현황 정보공유 부재 때문이었다.¹⁾

통신구는 민간기업 KT 통신에서 관리하고 정부의 과학기술정보통신부 소관인데 여

기서 화재가 발생하자 소방이 출동하여 기관별로 대응하는 모습을 보였다. 결국 재난이 발생할 경우 주관업무와 지원업무에 대한 구분이 필요했다. 또한 시설별 관리 운영 현황 및 실태 등에 관한 정보공유와 지하시설물 합동조사도 필요하며, 서울시, 소방, 민간기업 간의 합동훈련과 매뉴얼 정비도 필요한 것으로 드러났다.

KT 아현지사 통신구 화재 대응 타임라인 분석을 통해 재난수습부서의 책임과 역할이 현장조치 행동매뉴얼을 통하여 정의되어야 하고 실제 현장에서 상황파악 및 전파, 현장출동, 필요자원 지원 요청, 통신시설 관련 현장의 지휘 등이 이루어져야 한다는 시사점을 얻었다. 반면에 경찰, 한전, 예스코, 서대문구청, 의용소방대의 역할은 적절하게 이루어진 것으로 평가되므로 향후 이들 유관기관과의 협업체계는 지속적으로 강조되어야 할 것이다.

[표 2-14] KT 아현지사 통신구 화재 대응 타임라인 분석 결과

구분	내용
현장대응 매뉴얼 가동여부	서울시의 현장조치 행동매뉴얼 작동 미흡
재난수습부서의 역할	재난수습부서인 정보통신보안담당관의 상황파악 및 전파, 현장출동 및 현장상황 파악, 필요자원 지원요청 등의 역할 부재
유관기관과의 협업체계 ²⁾	<ul style="list-style-type: none"> - 경찰: 대로변 및 소방도로상 차량 통제, 통행인 안전조치 - 한전: 전선 제거, 단전건물 안전조치 - 예스코: 발화 및 주변 건물 도시가스 차단 - 서대문구청: 특수차량 지원 여부 판단 등 - 의용소방대: 소방진압 활동 보조(식수 등)

1) 출처: 서대문구 KT아현빌딩 소방활동검토회의 결과보고서, 2018, 서대문소방서

2) 긴급구조대응활동 종합평가보고서, 2018, 서대문구 긴급구조대응활동 평가단

03

지하시설물 안전관리 업무분석



- 1_지하시설물 안전관련 법제도 및 안전관리규정
- 2_지하시설물 안전관리 담당자 인터뷰
- 3_지하시설물 정보시스템 운영현황

03. 지하시설물 안전관리 업무분석

1_지하시설물 안전관련 법제도 및 안전관리규정

1) 지하시설물 관련법

지하시설물 안전관리와 관련 법규는 「지하안전관리에 관한 특별법」(이하 지하안전법), 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」(이하 시설물안전법), 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」(이하 소방시설법) 등이 있다. 지하안전법에 따라 상수도, 하수도, 전기, 전기통신, 가스, 열수송관, 공동구 등 7개 시설물은 안전점검을 해야한다. 또한 상수도, 공동구 2개 시설물은 시설물안전법에 의해서 그리고 전기, 전기통신, 가스, 공동구 4개 시설물은 소방시설법에 의해서도 안전점검이 나 안전관리를 시행하여야 한다.

[표 3-1] 지하시설물 안전관리 법제도

관련법	제도	대상	관련조항
지하안전관리에 관한 특별법	안전점검	상수도, 하수도, 전력시설물, 전기통신설비, 가스공급시설, 열수송관, 공동구	제34조
시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법	안전점검	상수도, 공동구	제11조
화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률	안전관리	전기, 전기통신, 가스, 열수송, 공동구 등 지하구	제20조의2

(1) 「지하안전관리에 관한 특별법」; 상수도, 하수도, 전기, 전기통신, 가스, 열수송관, 공동구

지하안전법은 상수도, 하수도, 전기, 전기통신, 가스, 열수송관, 공동구 7개 시설물 모두에 해당되는 법으로 지하시설물 관리의 기본이 된다. 지하안전법은 지하를 안전하

계 개발하고 이용하기 위해 사고 방지 및 공공 안전을 확보하기 위한 법이다. 지하안전법에 따라 지하시설물관리자는 안전관리규정을 작성하고, 이에 따라 지하시설물 안전점검을 시행하여야 한다.

안전관리규정은 지하안전법 제10조2항에 의해 지하시설물의 관리부실로 인한 지반침하를 예방하기 위하여 지하시설물관리자가 지하시설물 및 주변 지반을 대상으로 작성하며 관할 시장·구청장에 제출한다. 안전관리규정은 지하시설물의 개요, 안전관리조직, 안전점검, 안전 확보 및 유지관리 대책, 비상시 긴급조치 및 복구계획의 5가지 항목으로 구성된다.

지하안전법 제34조는 지하시설물관리자는 제출한 안전관리규정에 따라 안전점검을 정기적으로 실시하도록 규정하고 있다. 안전점검은 연 1회 이상 지반침하 육안조사와 매 5년 1회 이상 지표투과 레이더 탐사를 통한 공동(空洞)조사로 이루어진다.

제34조(지하시설물 및 주변 지반에 대한 안전점검 등) ① 지하시설물관리자는 소관 지하시설물 및 주변 지반에 대하여 안전관리규정에 따른 안전점검을 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 정기적으로 실시하고 그 결과를 시장·군수·구청장에게 통보하여야 한다.

② 시장·군수·구청장은 관할 구역에 있는 지하시설물 및 주변 지반에 대하여 연 1회 이상 안전관리 실태를 점검하여야 한다. 다만, 제1항에 따라 통보받은 안전점검 결과를 검토하여 지반침하의 우려가 없다고 판단하는 경우에는 이를 생략할 수 있다.

③ 시장·군수·구청장은 제2항에 따른 안전관리 실태점검의 효율성을 높이기 위하여 필요한 경우 관계 기관 및 전문가와 합동하여 현장조사를 실시할 수 있다.

④ 시장·군수·구청장은 제2항에 따른 안전관리 실태점검 결과 지반침하의 우려가 있다고 판단되는 경우에는 이를 해당 지하시설물관리자 및 해당 토지의 소유자·점유자에게 통보하여 안전에 필요한 조치를 취하도록 하여야 하며, 해당 지하시설물관리자에게 제35조제1항에 따른 지반침하위험도평가의 실시를 명할 수 있다.

⑤ 관계 중앙행정기관의 장은 소관 지하시설물 및 주변 지반에 대하여, 시·도지사는 관할 구역에 있는 지하시설물 및 주변 지반에 대한 안전관리 현황을 파악하기 위하여 현장조사를 할 수 있다.

① 지하시설물 안전관리규정

안전관리규정은 모든 지하시설물에 대한 안전점검계획을 수립하여 위험요소를 관리하고, 지하시설물관리자 안전과 관련된 협력업체 종사자가 수행하는 안전관리 업무에 대하여 적용한다. 안전관리규정은 지하시설물의 개요, 안전관리조직, 안전점검, 안전 확보 및 유지관리 대책, 비상시 긴급조치 및 복구계획의 5가지 항목으로 작성하며, 각 항목의 내용 및 수립기준은 [표 3-2]와 같다.

[표 3-2] 「지하안전관리에 관한 특별법」이 정한 안전관리규정의 세부항목 및 수립기준

구분	내용
지하시설물의 개요	· 지하시설물의 명칭, 위치, 규모, 용도 및 관리주체 등
안전관리조직	· 안전관리조직 및 임무에 관한 사항으로서 지하시설물의 관리에 관한 토목건축, 전기통신, 기계설비 등 분야별 안전점검 및 확인을 위한 관리인원의 조직표
안전점검	· 점검 목적: 지하시설물의 종류에 따른 안전점검의 구체적 목적 · 점검 계획: 효율적이고 안전한 점검을 위한 사전계획 및 준비에 관한 사항 - 점검을 수행하는데 필요한 인원, 장비 및 기기 - 기존에 발생한 결함을 확인하기 위한 기존 점검 자료 - 점검기간과 예상 작업시간 - 주변 시설물 등의 관리자 또는 주민과의 협조체계 - 특별한 주의가 필요한 사항에 대한 판단 · 점검시기: 지하시설물의 철저한 점검 및 진단을 위하여 기후, 주변 환경의 변화, 시급성 등을 고려하여 가장 바람직한 시기·기간을 결정
안전 확보 및 유지관리 대책	· 지하시설물의 보호, 보수 및 보강 등 지하시설물과 주변지반의 안전 확보 및 유지관리에 관한 사항
비상시 긴급조치 및 복구계획	· 지반침하 등 비상사태에 대비한 비상연락망, 비상동원조직, 경보체계, 응급조치 및 복구 등에 관한 사항

* 「지하안전관리에 관한 특별법 시행규칙」 별표 1

안전관리규정은 지하시설물로 인한 안전사고 예방을 위해 작성되나 비상시 긴급조치 및 복구계획도 포함하고 있다. 안전관리규정은 지하시설물별 지하시설물관리자가 작성하며 지하시설물별 안전관리 규정의 정합성 유지가 중요하다. 따라서 지하시설물별 안전관리규정 항목에 따른 내용을 비교해보고 정합성을 검토하였다.

안전점검의 경우 시설물별 안전관리규정 내 육안조사, 공동조사 등 실시하는 것을 계획하고 있다. 일반적으로는 관리기관별 지하시설물에 대한 안전점검을 실시 후 이상 유무에 대한 정보를 각 관리기관에서만 보유하고 있으며, 타 관리기관에서는 지하시설물에 대한 이상 유무를 알기가 쉽지 않아 지하시설물 사고 시 대응하기가 쉽지 않다. 따라서 지하시설물에 대한 안전점검 결과를 공유할 필요가 있다.

지하시설물 관리기관별 안전관리규정을 분석한 바 전기사설물 안전관리규정에서는 주변 시설물 등의 관리자 또는 주민과의 정보 교류의 항목을 추가하여 타 지하시설물관리자의 안전점검 결과 및 지하시설물 주변 굴착 정보를 교류할 수 있도록 하였다. 따라서 나머지 시설물의 안전관리규정에서도 이와 같은 항목을 추가하여 지하시설물

간 안전점검 결과 및 굴착정보를 공유할 필요가 있으며, 이에 대한 공유 방안을 검토하여야 한다.

비상시 긴급조치의 경우 지하시설물별 보고체계 및 조치계획이 지하시설물 관리기관 별 다른 것을 알 수 있다. 하수도와 공동구의 경우 비상시 서울시에 보고하도록 명시하고 있으며, 전기의 경우 서울시와 협업하도록 명시하고 있다. 나머지 시설물의 경우 담당 중앙부처에 보고하게 되어있으며, 일부 시설물에서는 서울시 비상연락망만 제시하고 있어 비상상황에도 불구하고 앞서 살펴본 KT 아현지사 통신구 화재사고처럼 서울시의 소극적 대응이 되풀이될 가능성이 있다. 따라서 민간관리 시설물도 비상시 긴급조치 내용에 서울시에 보고하고 협업하는 내용을 추가할 필요성이 있다.

[표 3-3] 지하시설물별 안전관리규정 내 안전점검 및 비상시 긴급조치 내용

분야	안전점검	비상시 긴급조치
상수도	자체점검	환경부, 행안부 보고
하수도	육안조사, 공동조사 외 시기별 안전점검	서울시 보고
전기	육안조사, 공동조사(점검결과 공유)	서울시 협업
전기통신	육안조사, 공동조사	과기부 보고, 서울시 비상연락망
가스	육안조사, 공동조사	산자부 보고
열수송관	육안조사, 자료조사, 공동조사	산자부 보고, 서울시 비상연락망
공동구	육안조사, 자료현황조사, 공동구 인접 공사장 관리	서울시 보고

이와 같은 관점에서 향후 안전관리규정은 안전점검 결과를 공유하고, 비상시 긴급조치 및 복구계획 시 사고 발생 사실 통보 및 내용, 사고 복구 및 계획을 서울시에 통보하는 내용을 추가하여야 한다. 이를 통해 예방과 대응 차원에서 지하시설물 안전관리의 효율성을 높일 수 있을 것으로 기대한다. 시설물 관리기관별 위험요소 및 위험지점, 굴착공사 정보를 공유함으로써 소관 시설물에 대한 사고 발생을 예방할 수 있으며, 비상시 긴급조치 및 복구계획을 서울시에 통보하고 협업함으로써 지하시설물 안전사고 발생 시 대응 효율성을 향상할 수 있다.

[표 3-4] 지하시설물별 안전관리규정 개선(안)

구분	기존	변경내용	비고
안전점검 결과 공유	<ul style="list-style-type: none"> - 지하시설물의 개요 - 안전관리조직·편성 - 안전점검 시기/방안 - 보고서 작성 요령 - 안전확보 및 유지관리 대책 - 비상시 긴급조치 및 복구계획 	안전점검 결과 및 보고서 공유 내용 추가	(예방) 시설물 관리기관별 위험요소 및 지점을 공유함으로써 소관 시설물에 대한 사고 발생을 예방
비상시 긴급조치 및 복구계획	<ul style="list-style-type: none"> - 상시 긴급조치계획 - 비상사태의 범위 - 사고발생 사실 통보 및 내용 - 비상연락망 - 비상지원조직의 구성 - 비상경보체계 - 긴급대피 및 피난유도 - 사고복구 및 계획 - 응급조치 및 복구 작업 - 비상복구장비 및 자재 	사고발생 사실 통보 및 내용, 비상연락망, 사고복구 및 계획에 서울시 협업 내용 추가	(대응) 지하시설물 안전관리에 대한 서울시 책임 및 역할 부여

(2) 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」; 상수도, 공동구

시설물안전법은 상수도, 공동구 2개 시설물과 관련되며 시설물의 안전점검과 적절한 유지관리를 통해 재난예방 및 공중의 안전 확보를 위한 법이다. 시설물안전법에 의해 시설물 관리주체는 소관 시설물에 대한 시설물관리계획을 매년 수립·시행하여야 하며, 시설물관리계획에는 [표 3-5]의 사항이 포함된다.

[표 3-5] 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」에 따른 시설물관리계획 내용

구분	내용
제6조 (시설물의 안전 및 유지관리계획의 수립·시행)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 시설물의 적절한 안전과 유지관리를 위한 조직·인원 및 장비의 확보에 관한 사항 2. 긴급상황 발생 시 조치체계에 관한 사항 3. 시설물의 설계·시공·감리 및 유지관리 등에 관련된 설계도서의 수집 및 보존에 관한 사항 4. 안전점검 또는 정밀안전진단의 실시에 관한 사항 5. 보수·보강 등 유지관리 및 그에 필요한 비용에 관한 사항

시설물안전법 제11조에 의해 시설물 관리주체는 안전점검 및 정밀안전점검을, 제12조에 의해 정밀안전진단을 실시하여야 하며, 안전점검은 반기당 1회, 정밀안전점검은 2년에 1회, 정밀안전진단은 5년에 1회 실시하여야 한다.

제11조(안전점검의 실시) ① 관리주체는 소관 시설물의 안전과 기능을 유지하기 위하여 정기적으로 안전점검을 실시하여야 한다. 다만, 제6조제1항 단서에 해당하는 시설물의 경우에는 시장·군수·구청장이 안전점검을 실시하여야 한다.

② 관리주체는 시설물의 하자담보책임기간(동일한 시설물의 각 부분별 하자담보책임기간이 다른 경우에는 시설물의 부분 중 대통령령으로 정하는 주요 부분의 하자담보책임기간을 말한다)이 끝나기 전에 마지막으로 실시하는 정밀안전점검의 경우에는 안전진단전문기관이나 한국시설안전공단에 의뢰하여 실시하여야 한다.

③ 민간관리주체가 어음·수표의 지급불능으로 인한 부도(不渡) 등 부득이한 사유로 인하여 안전점검을 실시하지 못하게 될 때에는 관할 시장·군수·구청장이 민간관리주체를 대신하여 안전점검을 실시할 수 있다. 이 경우 안전점검에 드는 비용은 그 민간관리주체에게 부담하게 할 수 있다.

④ 제3항에 따라 시장·군수·구청장이 안전점검을 대신 실시한 후 민간관리주체에게 비용을 청구하는 경우에 해당 민간관리주체가 그에 따르지 아니하면 시장·군수·구청장은 지방세 체납처분의 예에 따라 징수할 수 있다.

⑤ 시설물의 종류에 따른 안전점검의 수준, 안전점검의 실시시기, 안전점검의 실시 절차 및 방법, 안전점검을 실시할 수 있는 자의 자격 등 안전점검 실시에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

시행령 제8조(안전점검의 실시 등) ① 법 제11조제1항에 따라 실시하여야 하는 안전점검의 수준은 시설물의 종류에 따라 다음 각 호의 구분에 따른다.

1. 제1종시설물 및 제2종시설물: 정기안전점검 및 정밀안전점검

2. 제3종시설물: 정기안전점검

② 법 제11조제1항에 따른 안전점검의 실시시기는 별표 3과 같다.

③ 법 제11조제2항에서 "대통령령으로 정하는 주요 부분"이란 별표 4에 따른 시설물별 주요 부분을 말한다.

④ 관리주체는 법 제11조제2항에 따라 정밀안전점검을 의뢰하려는 경우에는 다음 각 호에 해당하는 안전진단전문기관에 의뢰해서는 아니 된다.

1. 해당 시설물을 설계·시공·감리한 자 또는 그 계열회사(「독점규제 및 공정거래에 관한 법률」 제2조제3호에 따른 계열회사를 말한다. 이하 같다)인 안전진단전문기관

2. 해당 시설물의 관리주체에 소속되어 있거나 그 자회사인 안전진단전문기관. 다만, 공공관리주체인 안전진단전문기관으로서 소관 시설물의 구조적 특수성으로 해당 기관의 전문기술이 필요하여 국토교통부장관이 인정하는 경우에는 그러하지 아니하다.

제12조(정밀안전진단의 실시) ① 관리주체는 제1종시설물에 대하여 정기적으로 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

② 관리주체는 제11조에 따른 안전점검 또는 제13조에 따른 긴급안전점검을 실시한 결과 재해 및 재난을 예방하기 위하여 필요하다고 인정되는 경우에는 정밀안전진단을 실시하여야 한다. 이 경우 제13조제7항 및 제17조제4항에 따른 결과보고서 제출일부 1년 이내에 정밀안전진단을 착수하여야 한다.

③ 관리주체는 「지진·화산재해대책법」 제14조제1항에 따른 내진설계 대상 시설물 중 내진성능평가를 받지 않은 시설물에 대하여 정밀안전진단을 실시하는 경우에는 해당 시설물에 대한 내진성능평가를 포함하여 실시하여야 한다.

④ 국토교통부장관은 내진성능평가가 포함된 정밀안전진단의 실시결과를 제18조에 따라 평가한 결과 내진성능의 보강이 필요하다고 인정되면 내진성능을 보강하도록 권고할 수 있다.

⑤ 정밀안전진단의 실시시기, 정밀안전진단의 실시 절차 및 방법, 정밀안전진단을 실시할 수 있는 자의 자격 등 정밀안전진단 실시에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

안전점검방법은 시설물안전법 제21조에 규정된 「시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 실시 등에 관한 지침」에 따라 정기점검, 정밀점검, 긴급점검, 정밀안전진단 등의 방법으로 실시한다.

제10조(정기점검 수행방법) ①정기점검은 경험과 기술을 갖춘 사람에 의한 세심한 외관조사 수준의 점검으로서 시설물의 기능적 상태를 판단하고 시설물이 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하기 위한 관찰로 이루어진다.

②제1항에 의한 점검자는 시설물의 전반적인 외관형태를 관찰하여 중대한 결함을 발견할 수 있도록 세심한 주의를 기울여야 한다.

③점검자 및 관리주체는 정기점검 실시결과 중대한 결함이 있는 경우에는 법 제11조에 따라 즉시 관계행정기관의 장에게 통보하여야 한다.

④관리주체는 정기점검 실시결과 필요할 경우 결함의 정도에 따라 긴급점검 또는 정밀안전진단을 실시하는 등 필요한 조치를 취하여야 한다.

제11조(정밀점검 수행방법) ①정밀점검은 시설물의 현 상태를 정확히 판단하고 최초 또는 이전에 기록된 상태로부터의 변화를 확인하며 구조물이 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하기 위하여 면밀한 외관조사와 간단한 측정·시험장비로 필요한 측정 및 시험을 실시한다.

②외관조사 및 측정·시험 결과와 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과에서 발견된 결함의 진전 및 신규발생을 파악하여 시설물의 주요 부재별 상태를 평가하고 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과와의 상태평가 결과와 비교·검토하여 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하여야 하며, 결함부위 등 주요 부위에 대한 외관조사망도 작성 등 조사결과를 도면으로 기록하여야 한다.

③정밀점검에서는 내진설계 여부를 확인하고, 시설물에 영 제12조의 중대한 결함이 발생하는 등 필요한 경우에는 해당 부위에 대하여 안전성평가를 실시할 수 있다.

④정밀점검 실시결과 결함이 광범위하게 발생하는 등 정밀안전진단이 필요하다고 판단될 경우 점검자는 관리주체에게 즉시 보고하여야 하며, 관리주체는 법 제7조제2항에 따라 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

제12조(긴급점검 수행방법) 긴급점검은 관리주체가 필요하다고 판단한 때 또는 관계행정기관의 장이 필요하다고 판단하여 관리주체에게 요청한 때에 실시하는 정밀점검 수준의 안전점검이며 실시목적에 따라 손상점검과 특별점검으로 구분하고 별표5와 같이 실시하여야 한다.

제13조(정밀안전진단) ①정밀안전진단은 법 제7조제2항에 따라 관리주체가 안전점검을 실시한 결과 시설물의 재해 및 재난 예방과 안전성 확보 등을 위하여 필요하다고 인정하는 경우에 실시하며, 또한 영 별표1의 1 중시설물에 해당하는 시설물은 영 제9조제2항에 따라 정기적으로 실시한다.

②정밀안전진단은 안전점검으로 쉽게 발견할 수 없는 결함부위를 발견하기 위하여 정밀한 외관조사와 각종 측정·시험장비에 의한 측정·시험을 실시하여 시설물의 상태평가 및 안전성평가에 필요한 데이터를 확보한다.

③현장조사시 필요한 경우 교통통제 및 안전조치를 취하여야 하며 시설물 근접조사를 위한 접근장비와 필요시 수중카메라 등 특수장비와 잠수부 등 특수기술자도 투입하여야 한다.

④결함의 유무 및 범위에 대한 확인이 필요한 때에는 현장 재료시험과 기타 필요한 재료시험을 병행하여야 한다.

⑤전체구조물의 표면에 대한 외관조사 결과는 도면으로 기록하여야 하며, 구조물 전체 부재별 상태를 평가하고 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하여야 한다.

⑥정밀안전진단에서는 시설물의 결함 정도에 따라 필요한 조사·측정·시험, 구조계산, 수치해석 등을 실시하고 분석·검토하여 안전성평가 결과를 결정하여야 한다. 또한 필요한 경우에는 구조물의 사용성, 내진성능 등도 평가하여야 한다.

⑦정밀안전진단 결과 보수·보강이 필요한 경우에는 보수·보강방법을 제시하여야 한다. 이 경우 보수·보강시 예상되는 임시 고정하중(공사용 장비 및 자재 등)이 현저하게 작용하는 상황에 대한 구조 안전성평가를 포함하여야 한다.

(3) 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」; 전기, 전기통신, 가스, 열수송관, 공동구

소방시설법은 소방시설 등의 설치·유지 및 소방대상물의 안전관리를 위한 법으로 제 20조(특정소방대상물의 소방안전관리)에 의해 전기, 전기통신, 가스, 열수송관, 공동구 5개 시설물이 특정소방대상물에 해당된다. 특정소방대상물의 관리기관은 소방시설법 제20조에 의해 시설물의 소방안전관리 업무를 수행해야 하며, 소방안전관리 업무는 피난시설, 방화구획 및 방화시설의 유지·관리, 소방시설이나 그 밖의 소방 관련 시설의 유지·관리, 화기(火氣) 취급의 감독 등을 말한다.

[표 3-6] 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」에 따른 소방안전관리 내용

구분	소방안전관리자의 업무
제20조 (특정소방대상물의 소방안전관리)	1. 피난계획에 관한 사항과 소방계획서의 작성 및 시행 2. 자위소방대(自衛消防隊) 및 초기대응체계의 구성·운영·교육 3. 피난시설, 방화구획 및 방화시설의 유지·관리 4. 소방훈련 및 교육 5. 소방시설이나 그 밖의 소방 관련 시설의 유지·관리 6. 화기(火氣) 취급의 감독 7. 그 밖에 소방안전관리에 필요한 업무

특정소방대상물은 제25조(소방시설등의 자체점검 등)에 의해 시설물에 설치되어 있는 소방시설에 대하여 정기적으로 자체점검을 시행하고, 점검 결과를 소방본부장이나 소방서장에게 보고한다. 자체점검은 소방시설 등이 정상적으로 작동하는지 점검하는 작동기능점검과 화재안전기준의 적합 여부를 점검하는 종합정밀점검 2가지로 구분된다. 특히, 전기시설의 경우 「전기사업법」에 의한 사용 전 검사 및 정기검사, 가스시설의 경우 「도시가스사업법」에 의한 검사를 함께 받아야 한다.

제25조(소방시설 등의 자체점검 등) ① 특정소방대상물의 관계인은 그 대상물에 설치되어 있는 소방시설 등에 대하여 정기적으로 자체점검을 하거나 관리업자 또는 행정안전부령으로 정하는 기술자격자로 하여금 정기적으로 점검하게 하여야 한다.

② 제1항에 따라 특정소방대상물의 관계인 등이 점검을 한 경우에는 관계인이 그 점검 결과를 행정안전부령으로 정하는 바에 따라 소방본부장이나 소방서장에게 보고하여야 한다.

③ 제1항에 따른 점검의 구분과 그 대상, 점검인력의 배치기준 및 점검자의 자격, 점검 장비, 점검 방법 및 횟수 등 필요한 사항은 행정안전부령으로 정한다.

④ 제1항에 따라 관리업자나 기술자격자로 하여금 점검하게 하는 경우의 점검 대가는 「엔지니어링산업 진흥법」 제31조에 따른 엔지니어링사업의 대가의 기준 가운데 행정안전부령으로 정하는 방식에 따라 산정한다.

또한, 동법 제20조의2(소방안전 특별관리시설물의 안전관리)는 전기 및 전기통신, 가스공급시설 등을 화재 등 재난이 발생할 경우 피해가 큰 시설인 소방안전 특별관리시설물로 지정하고 시·도지사와 협의하여 소방안전 특별관리기본계획을 수립하도록 하고 있다.

2) 개별 지하시설물 관련법 및 안전관리

지하시설물 개별 법령에 따라 법정점검을 수행해야 하는 시설물은 상수도, 하수도, 전기, 전기통신, 가스, 열수송관 6개 시설물이며, 공동구는 시설물안전법, 소방시설법, 전기사업법에 따라 점검을 수행한다.

상수도는 「수도법」 제21조(수도시설의 관리)에 의거 수도사업자가 수도시설을 관리해야 하며, 수도시설 관리는 급수설비의 상태와 수돗물의 수질검사로 시설물 자체에 대한 안전관리보다 수질에 관한 검사에 초점을 맞추고 있다. 이에 따라 상수도사업본부는 수질취약 노후상수도관 정비를, K-water는 노후관 개량 및 복선화 사업을 통해 수도시설을 관리하고 있다. 이와 더불어 K-water는 주 1회 관로와 분기 1회 밸브실을 상시점검한다. 또한, 상수도사업본부는 상수도 지리정보시스템을 통해 상수도 매설정보, 누수관리, 노후 관로 관리 등 유지관리 및 안전점검을 수행한다. K-water는 K-water재난관리시스템을 통해 취약시설물 관리, 매뉴얼 및 모의훈련, 재난관리자원, 시설물 복구, 위기관리 등 예방, 대비, 대응, 복구의 재난 전 과정의 통합관리를 수행한다.

하수도는 「하수도법」 제19조(공공하수도의 운영·관리 및 손괴·방해행위 금지 등)에 따라 공공하수도를 운영·관리하는 자가 수질검사 및 하수관로의 기술진단을 시행한다. 하수도관리기관인 서울시 물순환안전국은 20~30년 된 관로를 상시점검하며, 노후 및 불량 하수관로 정비를 통해 하수관로의 안전점검 및 정비를 수행한다. 또한, 하수도 전산관리 시스템을 통해 하수도 현황, 안전점검, 정비 등 하수도 유지관리에 관한 업무를 수행한다.

전기의 경우 「전기사업법」이 전기설비의 공사, 사용전검사, 정기검사 등 전기설비의 전반적 안전관리에 관해 규정한다. 특히, 제65조(정기검사)에 의해 전기사업자는 전기설비에 대해 정기적으로 검사를 받아야 하며, 제68조(전기설비의 유지)에 의해 전기설비를 기술기준에 적합하도록 유지해야 한다. 전기 사업기관인 한국전력공사는 법정점검 외 자체 유지관리지침에 의해 정기·안전순시, 정기·하자점검, 정밀점검을 시

행하며, 이는 전기 운영시스템을 통해 관리하고 있다.

전기통신은 「전기통신사업법」 제61조(전기통신설비의 유지·보수)에 의해 전기통신사업자가 전기통신설비를 기술기준에 적합하도록 유지·보수한다. 제79조(전기통신설비의 보호)는 누구든지 전기통신설비를 파손하거나 전기통신 기능에 장애를 주는 행위를 못하도록 막고 있다. 이 외 통신 사업사인 KT는 자체 규정에 따라 순회점검을 하며, KT 아현지구 화재사고 이후 취약시설 개선사업을 통해 통신케이블을 강화하는 등 안전관리를 수행한다.

가스의 경우 「도시가스사업법」 제17조(정기검사 및 수시검사)에 의해 도시가스사업자는 가스공급시설에 대해 정기 또는 수시로 산업통상자원부장관 또는 시장·군수·구청장의 검사를 받아야 한다. 가스는 타 시설물과 달리 정밀안전진단, 안전성평가, 안전관리수준평가 등 안전과 관련한 검사, 평가에 관한 규정이 많다. 특히, 제26조(안전관리규정)에 의해 도시가스사업자는 가스공급시설의 안전유지에 관한 안전관리규정을 정하고, 이에 따라 안전관리를 수행한다. 가스의 사업사인 한국가스공사는 자체 규정에 따라 자율검사, 관로순찰, 도보점검, 가스누설검사 등을 수행한다. 또한, 「도시가스사업법」 제30조의2(굴착공사정보지원센터의 설치)에 의해 굴착정보지원센터(EOCS)를 운영하여, 굴착공사로 인해 일어날 수 있는 도시가스배관의 파손사고를 예방하기 위해 가스 배관이 매설된 지역에서 굴착공사 시 신고하고 정보를 공유한다. 열수송관의 경우 「집단에너지사업법」 제24조(확인점검)에 의해 소속 공무원이 공급 시설이나 안전관리와 관련된 물건을 확인점검하도록 되어있으며, 제25조(사용시설의 점검)에 의해 사업자가 시설점검을 수행한다. 제27조(안전관리규정)는 사업자가 공급 시설의 안전관리규정을 작성하여 이에 따라 안전관리를 하도록 규정하고 있다. 열수송관의 관리기관인 서울에너지공사는 취약시기별 열·전력공급시설 안전점검 활동을 수행하며, 연 1~2회 실시하는 본사합동점검과 해빙기·우기·동절기 등 기상특보 발효 시 실시하는 수시/특별점검을 수행하고 있다. 이외에 위험도 분석을 통한 보수작업으로 노후 및 취약관로를 관리한다. 한국지역난방공사는 자체 배전관리매뉴얼 및 운영업무지침서에 따라 육안 및 외관점검을 시행하고 24시간 모니터링한다. 또한, 노후 및 취약관로는 상시점검을 하며, 24시간 초동대처반의 운영을 통해 안전사고에 대비하고 있다. 이 외 배전자동화 시스템, 전력관리 시스템 등의 정보시스템을 운영하고 있다.

공동구는 시설물안전법과 소방시설법에서 규정하는 점검 외 서울시설공단의 공동구

관리지침에 따라 24시간 상황감시를 하며, 자동화재탐지 설비개량을 통해 공동구 내 화재사고에 대비한다. 또한, 공동구통합관리센터를 운영하여 공동구 유지관리, 상황 감시 등의 업무를 수행한다.

[표 3-기] 지하시설물 관리기관별 안전관리업무 내용

분야	관리주체	법정 점검 주기	상시점검(내규)	노후/취약 관로 관리	정보관리 시스템
상수도	상수도 사업본부	정밀진단(5년 1회) 정밀점검(2년 1회), 정기점검(반기 1회)	-	수질취약 노후상수도관 정비	상수도 지리정보 시스템
	K-water		관로(1회/주), 밸브실(1회/분기)	노후관 개량 및 복선화사업	K-water 재난관리시스 템(KRM)
하수도	물순환 안전국	정밀점검(2년 1회), 정기점검(반기 1회)	20-30년 관로 상시점검	노후/불량 하수관로 정비	하수도 전산관리 시스템
전기	한국 전력공사	소방 연 2회 / 전기 3년 1회	[지중송전 토목구조물 유지관리지침] 전기·안전순시, 전기·하자점검, 정밀점검	-	전기 운영 시스템
통신구	KT	소방 연 2회 / 통신 3년 1회	순회점검	취약시설 개선사업	-
가스관	한국 가스공사	정기점검(연 1회), 수시점검	자율검사, 관로순찰, 도보점검, 가스누설검사	-	굴착공사정보 지원센터 (EOCS)
열수송관	서울 에너지 공사	정기점검(연 1회), 자체점검(연 1회)	취약시기별 열·전력공급시설 안전점검	위험도 분석을 통한 보수	-
	한국지역 난방공사	정밀점검(2년 1회), 정기점검(반기 1회)	[배전관리매뉴얼, 운영업무지침서] 육안 및 외관점검, 24시간 모니터링	상시점검 및 24시간 초동대처반 운영	배전자동화 시스템, 전력관리 시스템
공동구	서울 시설공단	정밀진단(5년 1회) 정밀점검(2년 1회), 정기점검(반기 1회)	[공동구 관리지침] 24시간 상황감시	자동화재탐지 설비 개량	공동구통합관 리센터
		소방 연 2회 / 전기 3년 1회			

2_지하시설물 안전관리 담당자 인터뷰

1) 인터뷰 개요

지하시설물 안전관리 실무자 면담을 통해 안전관리 업무, 안전관리, 사고 시 대응 등을 비롯한 지하시설물 안전관리 분야에서 서울시와의 협업업무 현황을 조사하고 개선 방안을 도출하였다.

[표 3-8] 지하시설물 안전관리 담당자 인터뷰 개요

시설물	일자	기관
가스	2019. 9. 24	한국도시가스협회
전기통신	2019. 10. 15	SK 브로드밴드
열수송관	2019. 10. 18	서울에너지공사
가스	2019. 11. 5	코원에너지서비스
전기	2019. 11. 19	한국전력공사
공동구	2019. 12. 17	서울시설공단
전기통신	2019. 12. 24	KT

인터뷰 항목은 크게 예방 측면에서 안전업무와 이에 대한 개선사항, 대비 측면에서 지하시설물 사고대응을 위한 매뉴얼·시나리오·교육 및 훈련과 이에 대한 개선사항, 대응 측면에서 지하시설물 안전사고 대응 및 유관기관 협업과 개선사항, 기타 등 4가지였다. 그렇지만 대비 측면의 사고대응 매뉴얼에 대한 내용은 기관의 보안사항에 해당한다고 하여 인터뷰 내용에서 제외하였다.

2) 지하시설물 관리기관 담당자 인터뷰 내용

(1) 가스

가스시설물 관리기관인 한국도시가스협회와 코원에너지서비스를 대상으로 인터뷰를 진행하였다. 한국도시가스협회는 도시가스 회원사들을 대표하여 정책건의, 안전관리 업무, 교육 홍보, 에너지복지사업의 효율적 추진 등의 업무를 수행하고 있다. 두 기관과의 인터뷰에서 얻은 주요결과는 다음과 같다.

1994년 아현동 도시가스 폭발사고 이후 도시가스 시설물의 안전관리를 위하여 관련

법을 강화하여 사고 건수가 전반적으로 감소하고 있다. 또한 도심지에서의 도시가스는 폭발 및 화재를 동반하여 인명사고와 직결되는 위험시설물이기 때문에 안전점검 및 관리 규정을 엄격하게 준수하여 사고 예방은 전반적으로 잘 이루어지고 있다. 도시가스 시설물 폭발의 주요 원인인 타 시설물 공사 및 굴착공사 등에 의한 도시가스 사고를 방지하기 위해 「도시가스사업법」에 의한 굴착공사정보지원센터(EOCS)를 통해 굴착공사 시 주변 지하시설물의 유무 정보를 공유하고 관리하고 있다. 이외에 가스 사고의 시나리오별 대응 매뉴얼이 지역별 각 관리기관에서 작성되어 이를 통해 교육 및 훈련을 수행되고 있다. 현재 대응 매뉴얼에 대한 내용은 보안업무로 열람이 제한되어 세부내용은 파악할 수 없으나 도시가스 사고에 대한 대비 및 대응업무가 전반적으로 잘 수행되고 있다. EOCS와 서울시의 도로점용시스템 등 타 시스템을 통합운영하여 EOCS의 활용성 및 효율성을 향상할 필요가 있다. 이와 더불어 굴착공사에 대한 정보를 통신, 상수도, 난방, 하수도 등 타 기관으로 확대할 필요가 있다.

(2) 전기통신

전기통신의 관리기관으로 KT와 SK 브로드밴드의 담당자와 인터뷰하였다. 인터뷰 결과는 다음과 같다.

전기통신은 민간기업에서 운영하는 시설물이고, 운영 및 사고대응 현황의 경우 기업의 보안 또는 영업비밀 등으로 인하여 상세한 정보공개는 어렵다. 현재 서울시에서 추진하고 있는 지하시설물 협의체에 의한 공동조사는 100mm 이하의 통신관로는 불필요하므로 전기통신에만 적용할 필요가 있다.

또한, 전기통신의 경우 향후 과학기술정보통신부와 협업하여 사고대응시스템을 구축하고 운영할 예정이다. 통신 재난을 대비하여 선로 이중화를 완료하였다. 2018년 KT 화재사고로 인한 통신 두절로 카드결제 단말기 및 포스(POS) 볼통의 2차 피해를 경험하면서 이에 KT, SKT, LGU+의 3개 회사는 무선망 공유 협약을 통해 통신 재난에 대비하고 있다.

KT에서는 현재 지진을 대비한 전기통신의 내진설계를 완료하였으며, 침수에 대비하여 광케이블로 교체, 화재에 대비한 소화 로봇을 개발 중이다. SK브로드밴드는 통신 시설물의 사고는 주변 굴착공사로 인한 전기통신 파손이 대부분이라면서 서울시 굴착관리시스템 내 굴착공사 날짜의 정확도 향상의 필요성을 제기하였다. 또한 통신시설물의 데이터 구축 측면에서 과거 데이터는 부재하고, 매설 및 심도의 값이 구간별로

불규칙하기 때문에 지하관리정보시스템 자료 구축이 어렵다고 하였다. KT는 3차원 데이터 구축의 필요성을 제기하였다.

(3) 열수송관

열수송관 관리기관인 서울에너지공사와 인터뷰 결과는 다음과 같다.

매일 권역별 순찰 및 육안점검을 시행하며, 계절의 특수성으로 인해 겨울철에 집중적으로 관리하는 등 예방업무는 적절히 수행하고 있다. 대비 측면에서 서울시 녹색에너지과 주관하에 연 4회 가상모의 회의를 시행하고, 을지태극훈련을 통해 안전사고에 대비하고 있다. 열수송관 관련 사고는 서울시 녹색에너지과가 수습부서지만, 사고발생 시 현장대응은 서울시 안전총괄실과 에너지공사 자체 재난대책본부에서 수행한다. 또한 지역 난방사업자와 협약을 통해 재난발생 시 구호물자 등을 지원받고 있다. 열수송관 관련 사고 시 발생할 수 있는 이재민을 위한 대책도 마련하였다. 이러한 현장대응뿐만 아니라 지리정보시스템 고도화 작업도 진행 중인데, GIS 시뮬레이션을 통한 누수 발생 범위 분석이 가능하여 사전에 안전사고를 예측하고 예방할 수 있을 것이다.

(4) 전기

전기시설물 관리기관인 한국전력과의 인터뷰 결과는 다음과 같다.

「전기사업법」, 「지하안전관리에 관한 특별법」, 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」에 따른 안전관리와 한국전력 내규 그리고 서울시 협약을 통한 점검 등으로 예방측면의 안전관리업무는 충분하다. 그러나 지하시설물 협의체에 의한 공동 합동조사에서 공동을 발견한 경우 시설물관리기관의 책임 부여 과정에서 공동 발생원인이 불분명하므로 이에 대한 개선이 필요하다. 전기시설물의 사고원인은 주변 굴착공사로 인한 시설물 파손이 대다수이므로, 굴착공사정보지원센터(EOCS)의 정확도 향상이 필요하다. 또한 서울시 지하시설물 협의체의 구성 전에는 한국전력공사와 도로사업소가 협약을 통해 평시 육안조사에서 이상을 발견하면 도로사업소에 신고해서 처리토록 하였는데, 이러한 방법은 지하시설물 협의체에서도 활용할 수 있을 것 같다.

(5) 공동구

공동구는 서울시 공기업인 서울시설공단이 관리하며, 인터뷰 주요결과는 다음과 같다.

공동구는 국가보안시설로 공동구통합관리센터에서 상시 감시하는 등 타 시설물보다 엄격하게 관리하고 있다. 서울시 안전총괄과 주관하에 내부전문가, 서울시, 점용기관, 서울시설공단이 합동점검을 분기 1회 실시하며, 분기 3회 기타 합동점검을 실시한다. 화재, 침수, 파손 및 파괴 등의 시나리오를 기반으로 시설물 관리기관 및 소방 등 합동 훈련을 통해 재난발생에 대비하고 있으며, 국가보안시설인 만큼 공동구 50m 이내 공사 시 의무적으로 신고하게 되어 있다. 군부대, 경찰과 방호협약을 맺어 협업하고, 재난발생 시 공동구관리처, 소방에 비상연락을 통해 대응 활동을 한다. 이외에 AI 및 로봇 시스템을 도입하여 공동구 안전감시를 고도화할 예정이다.

[표 3-9] 지하시설물 안전관리 담당자 인터뷰 내용

시설물	안전관리 업무 및 개선사항	협력사항	기타의견
가스	<ul style="list-style-type: none"> - 가스는 위험시설물이기 때문에 안전점검 및 관리 규정이 매우 엄격 - 주변 굴착공사 관리 중요 - 아현동 가스 폭발사고 이후 관련법 강화로 사고 건수 감소 	<ul style="list-style-type: none"> - 굴착공사정보지원센터 (EOCS)를 통해 굴착공사 시 주변 지하시설물 유무 정보공유 - 시나리오별 대응 매뉴얼 존재하고 관련기관과 연계 	<ul style="list-style-type: none"> - EOCS 및 도로점용시스템 등 타 시스템의 통합운영 필요 - 굴착공사 정보를 통신, 상수도, 난방, 하수도 등 타 기관으로 확대 필요
전기통신	<ul style="list-style-type: none"> - 공동조사는 통신구에 필요(100mm 이하의 통신관로는 불필요) - 과기부와 사고대응시스템 구축 및 운영 예정 - 통신 재난을 대비하여 선로 이중화 완료하여 재난에 대비 	<ul style="list-style-type: none"> - 3개 회사 무선망 공유 협약을 통해 통신 재난대비 - (KT) 지진대비 내진설계 완료, 침수 대비 광케이블 사용, 소화 로봇 개발 중 - (SK) 사고원인은 주변 굴착공사로 인한 통신구 파손 	<ul style="list-style-type: none"> - (SK) 과거 데이터 부재 및 매설 심도 불규칙으로 지하관리정보시스템 자료 구축의 어려움 - (SK) 서울시 굴착관리시스템 정확도(굴착일) 향상 필요 - (KT) 3차원 데이터 구축 필요
열수송관	<ul style="list-style-type: none"> - 매일 권역별 순찰 및 육안점검 실시 	<ul style="list-style-type: none"> - 4회/년 가상모의 회의 (녹색에너지과 주관) 및 을지태극훈련 시행 - 사고 발생 시 녹색에너지과가 수습부서나 안전사고 대응은 안전총괄실과 에너지공사서 시행 - 지역 난방사업자와 협약을 통해 재난 발생 시 물자 지원 	<ul style="list-style-type: none"> - 지리정보시스템 고도화 작업 중 - GIS 시뮬레이션을 통한 누수 발생 범위 분석 기능

시설물	안전관리 업무 및 개선사항	협력사항	기타의견
전기	<ul style="list-style-type: none"> - 전기사업법, 지특법, 소방안전법에 따른 안전관리 외 한전 자체 규정 및 서울시와 협약을 통한 점검 시행으로 안전관리 업무 충분 - 공동발생원인 불분명, 개선 필요 	<ul style="list-style-type: none"> - 사고 원인은 주변굴착공사로 인한 전기 파손 - 기존에 육안조사 후 이상발견 시 도로사업소에 신고해서 처리(한전-도로사업소 협약) 	<ul style="list-style-type: none"> - 도로점용료를 위한 데이터와 실제 시설물 데이터 값 상이 - EOCS의 정확도 향상 필요
공동구	<ul style="list-style-type: none"> - 공동구통합관리센터에서 상시감시 - 안전총괄과 주관 합동점검(내부전문가, 서울시, 점용기관, 공동구) 분기 1회, 기타 합동점검 분기 3회 - 공동구 50m 이내 공사장 신고 	<ul style="list-style-type: none"> - 군부대, 경찰과 방호협약 맺음 - 재난발생 시 공동구관리처, 소방에 연락, 서울시 본청에는 따로 연락하지 않음 - 합동훈련 기실시 	<ul style="list-style-type: none"> - 국가보안시설로 안전점검 철저 - AI 및 로봇 시스템 도입으로 안전 감시 고도화



3_지하시설물 정보시스템 운영현황

1) 중앙부처 정보시스템

현재 국가에서 개발하여 이용 중인 대표적인 지하시설물 관련 정보시스템은 국토교통부의 도로점용시스템, 시설물정보종합관리시스템, 지하공간통합지도가 있으며, 개별 시설물 중에는 한국가스안전공사의 굴착공사정보지원센터(EOCS)가 해당된다.

[표 3-10] 중앙부처(국토교통부) 지하시설물 관리 시스템 현황

연번	시스템명	구축시기	반영정보	기관
1	도로점용굴착 인가시스템	'08년	<ul style="list-style-type: none"> - 허가승인된 도로굴착 허가신청서 - 도로굴착 연간계획(승인완료된 사업계획서) - 수수료납부 정보 - 굴착알림 정보(굴착공사 예정인 굴착 허가서) - 불편신고 등록 및 답변 	국토 교통부
2	시설물정보 종합관리시스템	'02년	<ul style="list-style-type: none"> - 시설물 기본정보 - 시설물 안전관리정보 - 시설물 생애주기비용정보 - 시설물 관련 업계 정보 - 시설물 이력정보 - 시설물 관련 기술 정보 	국토 교통부
3	지하공간 통합지도	'15년	<ul style="list-style-type: none"> - 지하시설물(상수도, 하수도, 통신, 전력, 가스, 난방 등 6종) - 지하구조물(지하철, 지하보도, 지하차도, 지하상가, 지하주차장, 공동구 등 6종) - 지반(시추정보, 관련정보, 지질정보 등 3종) 	국토 교통부
4	굴착공사 정보지원센터 (EOCS)	'05년	<ul style="list-style-type: none"> - 굴착공사 현황 및 굴착공사 계획(구멍뚫기, 터파기, 말뚝박기 등 그 밖의 토지의 굴착공사) - 굴착공사 발주사명, 굴착공사 회사명, 굴착공사 담당자명, 굴착 담당자 휴대전화번호, 굴착공사 위치(주소), 굴착공사의 종류, 굴착공사 예정일자 - 도시가스배관 매설 정보 - 도시가스사업법에서 정하는 절차에 따른 굴착공사에 관한 정보 - 굴착 지도 지원 	한국가스 안전공사

(1) 도로점용굴착인허가시스템

국토교통부가 개발한 도로점용굴착인허가시스템은 도로굴착인허가 업무를 표준화하고, 허가처리의 일관성 및 투명성을 확보하기 위해 구축된 시스템이다. 또한 굴착공사 정보를 공유함으로써 중복 굴착을 방지하고, 공사정보 관리기능의 강화로 공사의 안전 및 품질을 확보할 수 있다.

관련 정보시스템 간 연계처리를 통해 초기 입력 정보의 중복작업을 최소화하고, 정보 이용 활성화로 신속한 통계 및 정책정보 제공이 가능하게 한다. 이러한 도로점용시스템은 유관기관, 개인 굴착자, 도로굴착공사시행자가 사용하며, 도로관리청에서 처리하는 도로점용 허가, 허가증 발급, 허가대장관리, 점용료 징수 등 도로점용과 관련된 행정 업무 및 민원을 지원한다.

(2) 시설물정보종합관리시스템

국토교통부의 시설물정보종합관리시스템은 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」에 의해 구축된 시스템으로 국가 주요 시설물의 안전과 유지관리에 관련된 정보체계를 구축하고 관련 정보를 종합 관리한다. 시설물정보종합관리시스템은 법에 의한 1, 2, 3종에 해당하는 시설물을 관리하며, 시설물 안전점검진단 기술자, 유지관리 관련기관, 시설물 유지관리 담당자 등이 사용자가 된다.

시설물정보종합관리시스템에는 시설물의 기본정보, 안전관리 정보, 생애주기 비용정보, 이력정보, 관련 업계 및 기술정보 등이 있다. 초기 입력정보는 대부분 지방자치단체 등이 등록한 시설물의 현황, 안전관리 정보 등이다. 1, 2, 3종 시설물 중 상수도, 공동구 등 일부 지하시설물 정보가 시설물정보종합관리시스템을 통해 관리되고 있다.

(3) 지하공간통합지도

국토교통부의 지하공간통합지도는 「지하안전관리에 관한 특별법」에 의해 구축되었으며, 지하공간을 개발·이용·관리함에 있어 기본이 되는 지하시설물, 지하구조물, 지반 등의 정보를 3D 기반으로 통합 연계한 지도이다. 이 지도는 지하에서 발생할 수 있는 재난 및 안전사고 요인을 선제적으로 탐지하고 분석하여 정보를 제공할 수 있어서 지하공간의 안전관리를 위한 정보 활용의 기반이 된다. 지하공간통합지도는 지하시설물 관리기관 및 그 외 수요자들이 활용하는 것을 목적으로 각 지하시설물 관리기관으로부터 데이터를 제공받아 구축하였으나, 실제와 데이터가 일치하지 않는 경우가 있다고 한다.³⁾ 이 지도에 의존하다는 문제를 일으킬 수 있기 때문에 지하시설물 데이터의

정확성 향상이 필요하다.

(4) 굴착공사정보지원센터(EOCS)

굴착공사정보지원센터(EOCS)는 「도시가스사업법」에 의해 한국가스안전공사에서 구축하였으며, 굴착공사로부터 도시가스배관 및 고압가스배관의 파손사고를 예방하고, 무단 굴착의 해소 및 굴착공사정보지원 업무의 효율성 향상을 위해 만들어진 시스템이다. 여기에 도시가스사 및 굴착공사 사업자들이 굴착공사 현황 및 굴착공사 계획 등을 입력하고, 도시가스배관 매설정보, 굴착공사 정보 및 굴착 지도 등을 공유하게 된다.

이 시스템은 중앙정부의 타 기관이나 지자체에서 운영하는 정보시스템과 연계를 통해 상호 데이터의 호환성을 확보할 수 있어서 굴착정보의 정확성 향상과 굴착공사로 인한 사고율을 낮출 수 있을 것으로 기대된다.

2) 서울시 정보시스템

서울시에서 업무에 활용하고 있는 대표적인 지하시설물 관련 정보시스템은 지하시설물통합정보시스템, 도로굴착복구시스템, 도로점용관리시스템이 있다.

이들 지하시설물 관련 정보시스템은 관리부서별 목적과 용도에 맞추어 각각 구축하고 운영하기 때문에 구축된 지하시설물 현황정보가 상이하다. 또한 정보시스템 상호간 정보공유의 부재로 통합적인 관리가 이루어지지 못하고 데이터의 최신성, 정확성 등에서도 문제가 발생하고 있다.

이에 각 부서에서 구축한 지하시설물 관리 정보시스템 간 연계기능을 강화하여 지하시설물 현황에 대한 정보를 통합하고, 한 화면에서 모든 정보를 조회·활용 가능한 정보시스템 개발 필요성이 있다. 또한 통계 및 현황관리 위주의 기능만 있을 뿐 위험지역 파악, 노후관 관리에 대한 우선순위 선정 같은 분석기능은 매우 미흡해 긴급 상황 시 체계적 대응을 위한 정보시스템으로 기능보완이 필요하다. 이외에도 2D도면에서 최신기술을 접목한 3D가상현실(VR), 3D증강현실(AR)반영으로 실제 현장중심의 지하정보 관리 기능 개선을 검토할 필요가 있다.

3) '200억 들인 지하 3D지도, 매설정보는 엉터리', 매일경제, 2019.10.14.
(<https://www.mk.co.kr/news/realstate/view/2019/10/829713/>)

[표 3-11] 서울시 지하시설물 관리 정보시스템 현황

연번	시스템명	구축시기	내용 정보	운영부서
1	지하시설물통합정보시스템	'03년	지하시설물(구조물)의 매설년도, 구경, 연장, 심도, 지반 등	공간정보담당관
2	도로굴착복구시스템	'05년	굴착·복구이력 등	도로관리과
3	도로점용관리시스템	'13년	도로점용 현황 등	보행정책과

(1) 지하시설물통합정보시스템

지하시설물통합정보시스템은 지하시설물 관리기관별 지하시설물 정보의 체계적인 통합관리를 위하여 구축되었다. 실제로 도로굴착공사를 할 때 지하시설물통합정보시스템을 이용하여 지하시설물에 대한 정보를 파악하고 있다. 대규모 건축, 도로공사 등을 위한 설계 시에도 지하시설물 현황자료 파악에 활용되고 있다. 구축된 정보영역은 상수도, 하수도 등 지하시설물과, 지하철, 지하상가 등 지하구조물로 구분된다.

지하시설물 데이터의 갱신은 각 지하시설물 관리기관별로 정기적 방법과 수시적 방법을 병행하여 이루어지며, 하수도는 물재생계획과, 상수도는 상수도사업본부, 전기는 한국전력공사, 전기통신은 KT, LG U+ 등, 가스는 한국가스공사, 서울도시가스 등, 열수송관은 한국지역난방공사에서 수행하고 있다. 지하시설물통합정보시스템은 도로 굴착공사 등에서 발생하는 안전사고 방지에 큰 도움을 주기 때문에 자료의 정확도 및 최신성 유지가 매우 중요하다.

(2) 도로굴착복구시스템

서울시 도로굴착복구시스템은 서울시 행정구역 내의 시도와 구도에서 이루어지는 도로굴착을 수반하는 공사 등에 따른 도로점용허가 관련 행정업무 처리를 인터넷으로 신청, 접수, 처리할 수 있도록 구축된 응용시스템이다. 사용자의 역할과 기능에 따라서 신청관리시스템, 인터넷개인굴착시스템, 허가관리시스템, 복구포장관리시스템, 운영관리시스템으로 구분된다. 도로굴착복구시스템의 기능 및 사용자별 시스템 구성은 [표 3-13]과 같다.

도로굴착을 진행할 자는 관할 자치구별로 설치된 필수협의기관과 협의를 완료하여야 신청서를 접수할 수 있으며, 필수협의기관의 설정 내용에 이의가 있는 경우에는 관할 자치구의 허가관리시스템 사용자(이하 “허가자”라 한다)에게 의견을 제시할 수 있다.

[표 3-12] 서울시 도로굴착복구시스템의 기능

기능	내용
신청관리시스템	도시가스·전기·수도관 등 주요지하시설물 관리기관 및 유관기관을 대상으로 도로굴착허가 신청부터 준공까지 인터넷으로 업무처리를 위해 이용하는 시스템
인터넷개인굴착시스템	주요 지하시설물 관리기관 외의 일반인이 도로굴착허가신청부터 준공까지 인터넷으로 업무처리하기 위해 이용하는 시스템
허가관리시스템	자치구별 도로굴착복구허가 담당자가 도로굴착복구허가신청의 접수부터 준공처리까지 제반업무를 인터넷으로 처리하기 위해 이용하는 시스템
복구포장관리시스템	서울시 도로관리사업소별 복구포장업무담당자가 특별시도상 굴착복구공사의뢰의 접수부터 복구공사 처리까지 인터넷으로 업무처리를 위해 이용하는 시스템
운영관리시스템	시스템별 사용기관 또는 사용자의 등록·변경 및 업무관련 공지 등 시스템 전반을 운영 및 관리하기 위해 서울특별시 도로관리과에서 이용하는 시스템

(3) 도로점용관리시스템

도로에 공작물·물건, 그 밖의 시설을 신설·개축·변경 또는 제거하거나 그 밖의 사유로 도로를 점용하려는 자, 점용허가의 기간을 연장하거나 허가받은 사항을 변경하려는 자는 허가를 받아야 한다.

도로점용관리시스템은 도로점용 인·허가 업무의 신청, 허가, 부과지·체납부터 점용 인·허가 업무 진행 전반에 대한 관리 및 종합적인 점용 행정업무를 지원하는 관리시스템으로 도로 내 점용주소, 건물이름, 도로명 주소, 전체면적, 위치좌표, 점용종류에 대한 정보를 제공한다. 점용허가의 대상은 특히 지하시설물이 되며, 수도관, 하수도관, 가스, 송유관, 전기관, 전기통신관, 맨홀, 전기·전기통신·공동구 등이 해당되기 때문에 지하시설물 현황 분포를 체계적으로 파악할 수 있다.

04

지하시설물 현장조치 행동매뉴얼



- 1_지하시설물 현장조치 행동매뉴얼 현황 및 구성
- 2_지하시설물 현장조치 행동매뉴얼의 분석

04. 지하시설물 현장조치 행동매뉴얼

1_지하시설물 현장조치 행동매뉴얼 현황 및 구성

서울시가 마련한 지하시설물 관련 현장조치 행동매뉴얼은 ‘대형 상수도 누수 현장조치 행동매뉴얼(상수도사업본부)’, ‘정보통신분야 현장조치 행동매뉴얼(정보통신보안담당관)’, ‘전력분야 현장조치 행동매뉴얼(녹색에너지과)’, ‘도시가스수급분야 현장조치 행동매뉴얼(녹색에너지과)’, ‘공동구 사고 현장조치 행동매뉴얼(도로시설과)’ 등 5개 분야다.

현장조치 행동매뉴얼의 내용은 일반사항, 재난관리체계, 재난대응 절차 및 프로세스, 재난대응 단계별 행동요령, 서울시 협업체계, 부록 등 5가지로 구성되어 있다.

[표 4-1] 지하시설물 관련 현장조치 행동매뉴얼

시설물	매뉴얼	재난수습주무부서
상수도	대형 상수도 누수 현장조치 행동매뉴얼	상수도사업본부
하수도	-	물재생계획과
가스	도시가스수급분야 현장조치 행동매뉴얼	녹색에너지과
전기통신	정보통신분야 현장조치 행동매뉴얼	정보통신보안담당관
전기	전력분야 현장조치 행동매뉴얼	녹색에너지과
열수송관	-	녹색에너지과
공동구	공동구 사고 현장조치 행동매뉴얼	도로시설과

1) 일반사항 및 재난관리체계

일반사항은 현장조치 행동매뉴얼의 목적, 적용 범위, 위기형태, 위기경보로 구성된다. 일반사항은 현장조치 행동매뉴얼이 적용되는 대상과 상황과 각 시설물에서 발생할 수

있는 재난의 원인과 전개양상을 간략히 설명한다. 또한, 위험 정도에 따라 관심, 주의, 경계, 심각의 4단계로 위기경보 기준을 제시하며, 위기경보 발령을 위한 보고체계 및 절차, 상황판단회의 주재, 구성, 진행에 관한 사항 등을 설명한다.

[표 4-2] 현장조치 행동매뉴얼의 일반사항 내용

구성	주요내용
목적	- 현장조치 행동매뉴얼의 목적
적용범위	- 현장조치 행동매뉴얼의 적용 대상, 적용 상황 등
위기형태	- 각 시설물에 발생할 수 있는 재난의 원인 및 전개양상
위기경보	- 위험 정도에 따라 관심, 주의, 경계, 심각의 4단계로 재난에 대한 경보 발령을 위한 기준을 제시 - 위기경보 발령을 위한 보고체계 및 절차 - 위기경보 발령을 위한 상황판단회의 주재, 구성, 진행에 관한 사항

재난관리체계는 국가재난관리체계 및 서울시 재난관리체계의 구성과 임무를, 위기경보 수준에 따라 서울시 재난안전대책본부 혹은 서울시 현장지휘소를 설치하도록 서술하고 있다. 또한, 서울시 재난현장 통합지원본부를 설치하여 서울시 재난안전대책본부를 지원하도록 하고 있다.

[표 4-3] 현장조치 행동매뉴얼의 재난관리체계 내용

구성	주요내용
국가재난관리체계, 중앙부처 및 관계기관 주요임무	- 중앙재난안전대책본부 및 상·하위 재난관련 조직 구성도 - 재난관련 조직의 기능 및 임무
서울시 재난관리체계, 서울시 재난안전대책본부 (심각단계)	- 재난안전대책본부 구성 및 13개 실무반 정의 - 대책본부 주요기능 - 대책본부 실무반의 주요역할
서울시 현장지휘소 (경계단계)	- 지역사고 현장지휘소의 구성 - 현장지휘소 반별 임무 및 근무자 편성
서울시 재난현장 통합지원본부	- 통합지원본부 구성 및 조직도 - 통합지원본부 실무반별 주요임무
비상연락망	- 중앙부처 및 지하시설물 관련기관 - 재난상황실 연락망 - 시설물 관리기관 연락망

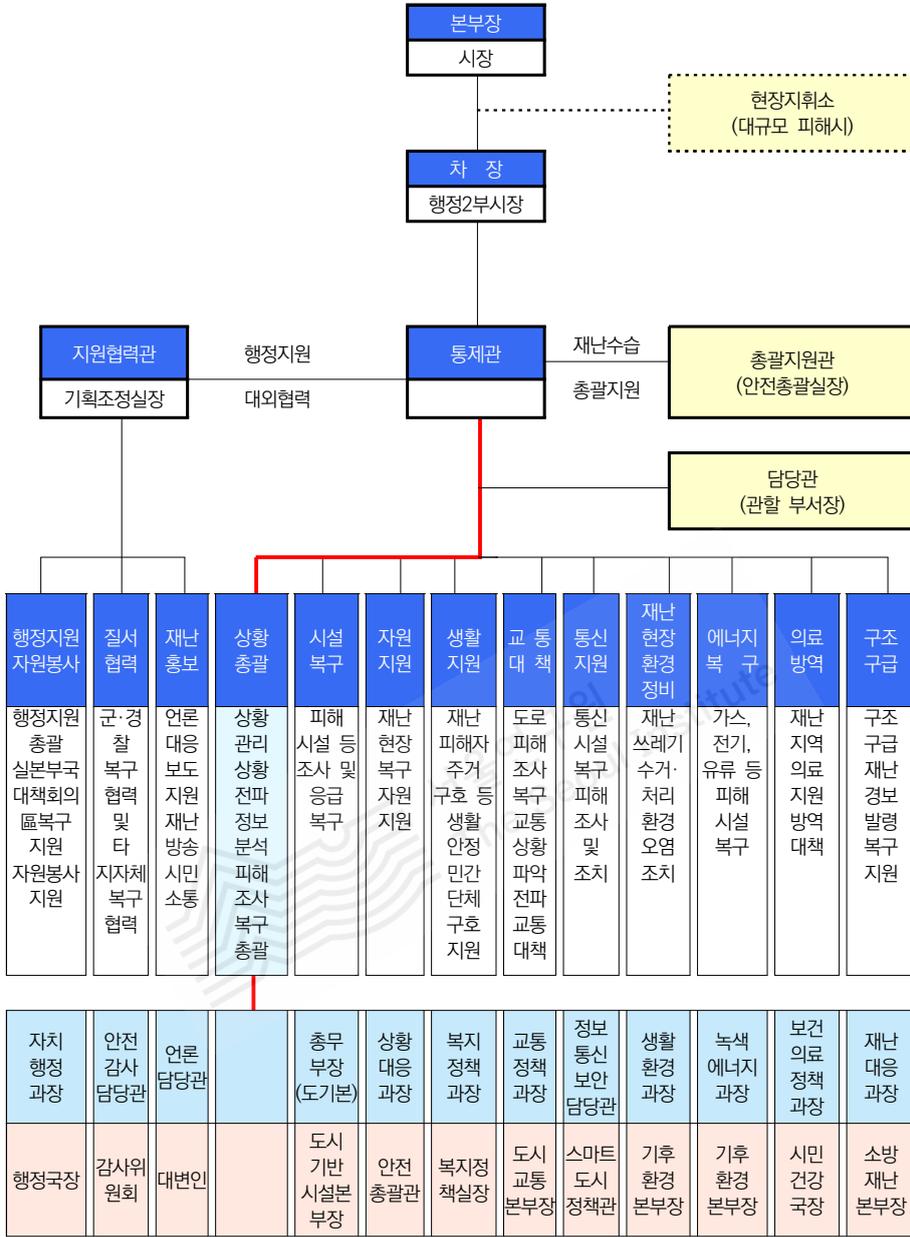
[그림 4-1]은 서울시 재난관리 체계도로 구조·구급 및 화재진압을 담당하는 서울시 긴급구조통제단, 서울시 재난안전대책본부, 자치구 재난현장 통합지원본부로 구성되며, 이 외 한국전력공사, 한국가스안전공사, 한국전기안전공사, 도시가스, KT 등 민간관리기관의 유관기관과의 관계를 보여준다.

서울시 재난안전대책본부는 지휘부인 본부장, 차장, 통제관, 총괄지원관, 지원협력관 및 13개 실무반의 협업체계로 구성된다. 지휘부 내 본부장은 시장이며 재난안전대책본부의 업무를 총괄한다. 차장은 행정1·2부시장이고 본부장 보좌 및 비상단계에서 상황업무를 총괄한다. 통제관은 재난수습주무부서의 실·국·본부의 장으로 준비단계에서 상황업무 총괄을 하고, 비상단계에서는 실무반 업무를 총괄한다. 총괄지원관은 안전총괄실장으로 재난수습에 필요한 대책본부 업무의 지원에 관한 상황을 총괄한다. 지원협력관은 기획조정실장으로 대책본부의 행정지원과 대외협력을 총괄한다.

13개 실무반은 재난 유형과 규모에 따라 실무반 자체 실정에 맞게 조정할 수 있다. 13개 실무반 중 재난상황 관리, 전파, 정보분석, 피해조사, 응급복구를 수행하는 상황총괄반이 있는데 재난유형에 따라 재난수습주무부서의 장을 맡는다. 나머지 생활지원, 재난현장환정비, 통신지원, 시설복구, 에너지복구, 자원지원, 교통대책, 의료방역, 구조구급, 재난홍보, 질서협력, 행정지원·자원봉사는 재난유형과 상관없이 요구되는 고유의 업무로 담당부서가 바뀌지 않는다(그림 4-2).



[그림 4-1] 서울시 재난관리 체계도



[그림 4-2] 서울시 재난안전대책본부 조직 및 구성

지하시설물별 재난수습주무부서와 재난안전대책본부의 구성조직은 [표 4-4]와 같다. 상수도의 재난수습주무부서는 상수도사업본부가 되며, 이에 따라 통제관, 담당관, 상황총괄은 상수도사업본부 및 상수도사업본부의 시설안전부장이 된다. 가스의 재난수습주무부서는 녹색에너지과이며, 이에 통제관은 기후환경본부장, 담당관 및 상황총괄 실무반은 녹색에너지과장이 된다. 통신의 재난수습주무부서는 정보통신보안담당관이며, 통제관은 스마트도시정책관, 담당관은 정보통신보안담당관, 상황총괄은 상황대응과장이 담당한다. 전력의 재난수습주무부서는 녹색에너지과이며 통제관은 기후환경본부장이 되고 담당관 및 상황총괄 실무반은 녹색에너지과장이 된다. 전력의 총괄지원관은 안전총괄실장이 수행하여야 하나 매뉴얼상에는 적시되어 있지 않다. 공동구의 재난수습주무부서는 도로시설과이며 통제관은 안전총괄실장, 상황총괄 실무반은 도로시설과장이다.

재난수습주무부서는 지하시설물의 종류에 따라 결정되며, 통제관 및 담당관의 경우 해당 재난수습주무부서의 국실 및 과장이 역할을 맡는다. 어느 재난이든 총괄지원은 안전총괄관이 수행하나 상황총괄은 해당 재난수습주무부서 또는 상황대응과가 담당한다. 이와 같이 재난수습주무부서는 명확히 지정되어 있으나, 상황총괄반의 경우 통신 분야처럼 특정하기 어려울 때는 상황대응과로 지정되는 것 같다.

[표 4-4] 지하시설물 관련 현장조치 행동매뉴얼에 나타난 재난수습주무부서와 재난안전대책본부의 구성

시설물	재난수습주무부서	재난안전대책본부			
		통제관	담당관	총괄지원관	상황총괄반
상수도	상수도사업본부	상수도사업본부	상수도사업본부	안전총괄관	시설안전부장
가스	녹색에너지과	기후환경본부장	녹색에너지과장	안전총괄본부장	녹색에너지과장
통신	정보통신보안담당관	정보기획관 (스마트도시정책관)	정보통신보안담당관	안전총괄본부장	상황대응과장
전력	녹색에너지과	기후환경본부	녹색에너지과	-	녹색에너지과
공동구	도로시설과	안전총괄실	안전총괄관	안전총괄관	도로시설과

2) 재난대응 절차 및 프로세스, 단계별 행동요령

재난대응 절차 및 프로세스는 서울시 재난안전대책본부 13개 실무반과 유관기관들의 임무를 재난대응 절차에 따라 징후감지, 초기대응, 비상대응, 수습복구로 구분하여 대응지침과 위기경보를 제시하고 있다. 이 내용을 분석하면 재난대응 절차에 따른 실무반과 유관기관의 임무 및 협업에 관한 사항을 파악할 수 있다.

[표 4-5] 현장조치 행동매뉴얼의 재난대응 절차 및 프로세스의 내용

구성	주요내용
재난대응 절차	- 재난대응 절차를 징후감지, 초기대응, 비상대응, 수습복구로 구분하여 대응지침 및 위기경보 제시
재난대응 프로세스	- 재난대응 절차에 따른 서울시 재난안전대책본부의 13개 실무반 및 유관기관들의 임무

징후감지에서는 징후접수 및 파악, 징후전파 및 보고, 징후대응, 언론대응이 주요임무다. 재난발생 시 초기대응에서는 상황접수 및 파악, 상황전파 및 보고, 현장출동 및 초기대응 조치, 재난상황실 가동 등 상황총괄 담당인 재난수습주무부서의 역할 및 언론대응, 이재민 구호, 현장의료소 마련, 대체교통수단 마련 등이다. 비상대응에서는 재난안전대책본부가 운영되는 단계로 통제관과 상황총괄 실무반의 역할 그리고 이 외 나머지 12개 실무반의 역할이 명시되어 있다. 수습복구에서는 재난수습이 마무리되는 단계로 재난 및 사고 복구, 언론대응, 이재민 경제적 지원, 피해보상 지원, 의료·방역 지원 등으로 구성된다[표 4-6].

[표 4-6] 현장조치 행동매뉴얼의 재난대응 절차별 행동요령의 내용

구성	주요내용	
징후감지	- 징후접수 및 파악 - 징후전파 및 보고	- 징후대응 - 언론대응
초기대응	- 상황접수 및 파악 - 상황전파 및 보고 - 현장출동 및 초기대응 조치 - 재난상황실 가동 - 언론대응 - 이재민 구호	- 긴급통신지원 및 복구요청 - 시설응급복구 - 대체교통수단 마련 - 현장응급의료소 운영 - 폐기물 수거 및 처리 - 주민대피
비상대응	- 지역재난안전대책본부 운영 - 재난방송 - 언론대응 - 현장 언론홍보지원 - 대민지원 - 이재민 구호 - 장례지원 - 긴급통신지원 및 복구요청 - 시설응급복구 - 현장 시설응급복구 - 재난현장 에너지 지원 - 방재자원 동원 및 지원 - 현장 자원지원	- 대체교통수단 마련 - 현장 교통대책 - 의료·방역 지원 - 환자이송 및 관리 - 현장의료방역지원 - 폐기물 수거 및 처리 - 현장 환경정비지원 - 자원봉사 관리 - 현장 자원봉사지원 - 질서유지 활동 - 현장 주민대피 및 보호지원
수습복구	- 재난 및 사고 복구 - 언론대응 - 이재민 경제적 지원	- 피해보상 지원 - 의료·방역 지원

3) 서울시 협업체계

서울시 협업체계에서는 재난안전대책본부의 13개 실무반과 협업부서 및 유관기관의 주요 업무를 설명하고 있어 지하시설물 관리기관과 서울시와의 대응 측면에서 협업체계를 살펴볼 수 있다. 그러나 이 부분은 소제목 2) 재난대응 절차 및 프로세스, 단계별 행동요령에서 언급한 재난대응 단계별 행동요령에서 설명한 것보다 간략하고 한 페이지로 가독성이 좋게 작성되어 재난대응 시 활용도가 높을 것으로 예상된다.

특히, 지하시설물 사고 시 긴급통신지원, 시설응급복구, 에너지기능복구 등에 있어서는 KT, 한전, 도시가스 이외에도 경찰, 소방, 수도사업소, 자치구 치수방재과 등과의 협업체계로 잘 정리되어 있다.

[표 4-7] 현장조치 행동매뉴얼의 서울시 협업체계 구성 및 내용

구성	주요내용
부서별 협업기능	- 서울시 재난안전대책본부의 13개 실무반과 협업부서 및 유관기관의 주요 업무 제시
재난대응 단계별 활동	- 징후감지, 초기대응, 비상대응, 수습복구 등 재난대응 단계에 따른 초기대응부서, 시장·행정2부시장, 안전총괄실장, 대변인 등 주요업무

[예시] 부서별 협업기능 예시_공동구 현장조치 행동매뉴얼에서 일부 발췌

기능	㉓ 긴급 통신지원	㉔ 시설응급복구	㉕ 에너지기능복구
주관 부서	정보통신보안담당관	도로시설과	녹색에너지과
협업 부서 및 유관 기관	☎KT	방재시설부(도기본) 자치구 차수방재과, 서울지방 경찰청 및 경찰서, 수도사업소, 소방서, ☎KT, ☎한전, ☎도시가스 등	☎KT, ☎한전, ☎도시가스
주요 업무	<p><재난현장 구조·수습기관 간 정보통신체계 운영></p> <ul style="list-style-type: none"> 재난현장 긴급통신체계 가동 통신시설 파손 시 통신 두절 상황관리 통신 피해시설 긴급복구 추진 긴급통신장비 보급 민간기업(KT 등) 협조 요청 	<p><피해시설 응급복구></p> <ul style="list-style-type: none"> 공공·사유시설 피해상황 파악 및 응급복구 피해지역 응급복구 장비·인력·자재 동원 소관기관별 피해시설 응급복구 응급복구 추진사항 관리 	<p><가스·전기·유류 등 에너지 공급시설 기능회복 지원></p> <ul style="list-style-type: none"> 가스·전기공급 시설 피해 상황 파악 피해 발생지역 광역 복구 지원체계 가동 현황 파악 인명구조현장, 이재민 수용시설에 대한 에너지 지원 에너지시설 응급복구를 위한 인력·장비·자재 등 지원

2_지하시설물 현장조치 행동매뉴얼의 분석

서울시의 현장조치 행동매뉴얼은 크게 일반사항, 재난관리체계, 재난대응 절차 및 프로세스, 재난대응 단계별 행동요령, 서울시 협력체계로 구성되며, 이를 통해 재난대응 단계별 업무 프로세스 및 임무, 대응 시 유관기관과의 협업체계 등이 각 지하시설물에 따라 적절히 명시되어 있음을 알 수 있었다. 다만, 재난상황 및 시나리오 측면에서는 개별시설물의 단일재난에 대해 제시하였을 뿐 복합재난 관점에서는 제시하지 않은 한계점이 있다.



[그림 4-3] 지하시설물별 위기관리 행동매뉴얼 분석

여기서는 현장조치 행동매뉴얼을 통하여 서울시 재난대응 조직 및 임무, 재난 시나리오, 유관기관 협업의 3가지 측면에서 적절히 수행되고 있는지를 분석하고자 한다. 특히 상황전파 체계, 유관기관 협업, 시나리오는 서울시의 현장조치행동매뉴얼과 민간 기관에서 작성한 위기관리매뉴얼과의 관계성을 함께 분석하였다.

[표 4-8] 서울시 매뉴얼 및 지하시설물 관리기관 매뉴얼 비교

시설물	현장조치 행동매뉴얼	재난수습부서	지하시설물 관리기관
상수도	대형 상수도 누수	상수도사업본부	
하수도	-	물재생계획과	
가스	도시가스 수급분야	녹색에너지과	-
전기통신	정보통신분야	정보통신보안담당관	SKT
전기	전력분야	녹색에너지과	한국전력공사
열수송관	-	녹색에너지과	서울에너지공사
공동구	공동구 사고	도로시설과	서울시설공단

1) 지하시설물별 서울시 재난수습부서와 임무

서울시 재난대응 절차 및 프로세스에 따른 재난수습부서의 행동요령을 살펴보았다. 재난대응 절차로는 징후감지, 초기대응, 비상대응, 수습복구 4가지로 나뉘며 각 절차에 따른 재난수습부서의 임무가 명시되어 있다.

징후감지 단계에서는 재난대비 및 징후접수 및 파악이 재난수습부서의 주요 임무가 된다. 재난대비를 위하여 각 부서는 매뉴얼에 따른 교육 및 훈련을 진행해야 하나, 가스, 전기의 경우 임무가 없다. 징후접수 및 파악에서는 전기통신 관련 수습부서의 임무가 나타나지 않았다.

초기대응 단계의 상황접수 및 파악, 상황보고 및 전파, 현장출동지시, 상황보고서 작성, 필요자원 요청, 상황판단회의 등의 업무에 관해 상수도와 공동구는 상수도사업본부 및 도시시설과의 업무가 명확하게 정의되어 있으나, 가스와 전기의 경우 상황접수, 상황보고서 작성, 상황판단회의 개최에 있어서는 재난수습주무부서와 상황대응과의 업무가 혼재되어 있다. 전기통신의 경우 현장출동 지시, 상황보고서 작성, 필요자원 파악 등의 임무에 지정부서가 없으며, 이는 재난수습주무부서의 역할보다는 지원에 대한 역할로 한정됨을 알 수 있다.

비상대응 단계에서는 재난안전대책본부(재대본) 설치 및 가동, 대처상황보고서 작성, 통합지원본부 운영, 대책본부 회의 등의 업무에 관해 상수도와 공동구에서는 재난수습주무부서인 상수도사업본부와 도시시설과의 업무가 명확히 부여되고 있으나, 가스, 전기, 전기통신의 경우 상황대응과의 주요 업무이거나 지정되지 않은 경우도 있다. 수습복구 단계에서는 재난수습주무부서의 역할이 명확히 정의되어 있음을 알 수 있다. [표 4-9]와 같이 상수도와 공동구의 경우 단계별 임무가 상수도는 상수도사업본부, 공동구는 도시시설과에서 단일 수행되고 있다. 그러나 민간기업에서 관리하는 시설물인 가스, 전기, 전기통신의 경우 재난대응 단계 및 규모에 따라 재난수습부서와 상황대응과의 역할이 혼재되어 있으며, 재난수습부서의 임무가 지정되지 않은 경우도 있다. 특히 전기통신의 경우 대부분 임무에 재난수습부서의 역할이 명시되지 않아 재난수습부서의 역할보다는 지원부서의 역할에 머무르고 있다.

이와 같이 가스, 전기, 전기통신 등 민간기업에서 관리하는 시설물에 대한 재난대응 시 서울시 재난수습부서의 역할이 부재하거나 모호하여 실제 상황이 발생했을 때 대응이 적절하지 못했던 것으로 보인다.

[표 4-9] 재난대응 절차 및 프로세스에 따른 재난수습부서의 임무

단계	임무	재난수습부서				
		상수도	가스	전기	전기통신	공동구
징후 감지	재난대비(매뉴얼 교육 및 훈련)	상수도 사업본부	-	-	정보통신 보안담당관	도로시설과
	징후접수 및 파악	상수도 사업본부	예방과, 녹색에너지과	녹색에너지과	-	도로시설과
초기 대응	상황접수 및 파악	상수도 사업본부	상황대응과	녹색에너지과	정보통신 보안담당관	도로시설과
	상황보고 및 전파	상수도 사업본부	예방과, 녹색에너지과	녹색에너지과	정보통신 보안담당관	도로시설과
	현장출동 지시 및 요청	상수도 사업본부	예방과, 녹색에너지과	녹색에너지과	-	도로시설과
	상황보고서 작성 및 전파	상수도 사업본부	상황대응과	상황대응과	-	도로시설과
	필요자원 파악 및 지원요청	상수도 사업본부	-	녹색에너지과	-	도로시설과
	상황판단회의 개최	상수도 사업본부	녹색에너지과	상황대응과	정보통신 보안담당관	도로시설과
비상 대응	재대본 설치 및 가동	상수도 사업본부	상황대응과	상황대응과	정보통신 보안담당관	도로시설과
	대처상황보고서 작성 및 보고·전파	상수도 사업본부	상황대응과	상황대응과	-	도로시설과
	통합지원본부 운영	상수도 사업본부	-	상황대응과	-	도로시설과
	대책본부 회의	상수도 사업본부	녹색에너지과	-	-	도로시설과
수습 복구	재난 및 사고 복구	상수도 사업본부	녹색에너지과	녹색에너지과	정보통신 보안담당관	도로시설과

2) 서울시와 타 기관과의 협업 및 상황전파체계

서울시와 타 기관과의 협업체계를 살펴보기 위해 서울시 매뉴얼과 유관기관 매뉴얼 내 협업사항에 관해 검토하였다. 서울시 매뉴얼에는 부서별 협업기능과 재난대응 단계별 협업 활동에 관한 내용으로 상황전파체계, 유관기관 지원요청, 민간 자원활용, 수습복구 등 대응단계별 서울시와 타 기관의 협업내용이 명시되어 있다. 그러나 일부 재난안전관리 매뉴얼에는 서울시와의 협업내용이 미흡하거나 부재한 것을 알 수 있

다. 서울시와 시설물 관리기관과의 협업에 대한 내용은 매우 중요하기 때문에 서울시 매뉴얼 및 타 기관 매뉴얼 협업체계 내용에 관한 정합성이 유지되어야 한다.

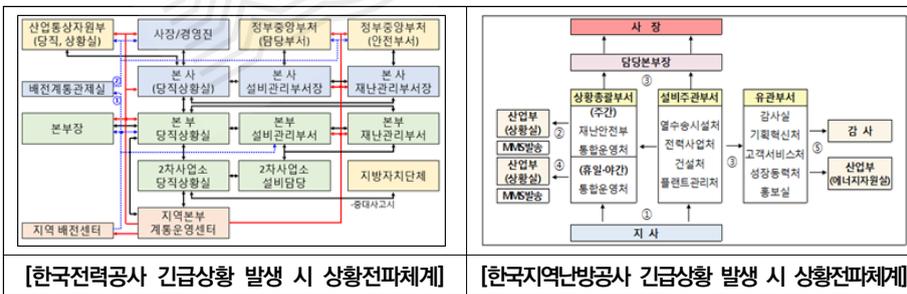
제1절 부서별 협업기능					
기능	유역관리 부서	주요기능/담당부서	유역관리 부서	유역관리 부서	유역관리 부서
유역관리	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서
유역관리	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서
유역관리	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서
유역관리	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서

제2절 과년도별 단계별 협업기능					
연도	1차	2차	3차	4차	5차
2019년	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서
2020년	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서
2021년	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서	유역관리부서

서울시 매뉴얼	지하시설물 관리기관 매뉴얼 (에너지공사 재난안전관리 매뉴얼)
----------------	--

[그림 4-4] 매뉴얼 내 협업체계에 관한 사항

반대로 서울시에 상황전파가 이루어지는지 확인하기 위해 한국전력공사와 한국지역난방공사의 긴급상황 발생 시 상황전파체계를 살펴보았다. 내용을 검토한 결과 기관 별 담당 중앙부처인 산업통상자원부에는 상황전파를 하게 되어있으나, 서울시 재난수습주무부서와 안전총괄실에 보고하는 상황전파체계는 미흡하거나 부재하였다. 이에 따라 전기통신, 전기, 열수송관 등 서울시 외 타 기관에서 관리하는 시설물의 긴급상황 발생 시 중앙부처 이외에도 서울시내 상황전파를 할 수 있는 체계 구축이 필요하다.



[그림 4-5] 지하시설물 관리기관의 긴급상황 발생 시 상황전파체계

3) 재난 시나리오

지하시설물별 위기형태 및 예상 시나리오와 이에 따른 실제 훈련현황을 검토하기 위해 매뉴얼이 제시하고 있는 위기형태 및 예상 시나리오와 지하시설물 관리기관별로 실제 훈련이 어떻게 이루어지는지 살펴보았다.

위기형태는 시설물 자체의 사고, 풍수해 등 자연재난, 화재, 지반침하 등 외부적 요인, 파업, 수요급증 등 사회적 요인 등이 있다. 예상 시나리오는 풍수해에 의한 장애 발생과 누출사고 등으로 지하시설물에서 일반적으로 발생 가능한 재난에 대한 단순 시나리오를 상정하고 있다. 훈련은 지하시설물 관리기관별로 수행하고 있고 일부 안전한 국훈련, 을지태극연습 등을 통한 중앙부처차원의 훈련도 진행되는 것으로 파악되었다. 훈련은 지하시설물 관리기관이 단독으로 수행하는 경우가 대부분이고 유관기관과 합동훈련이 일부 있으나 충분하지는 못한 것 같다.

상수도의 위기형태는 지반파괴, 수돗물 유출이 있으며, 매뉴얼 내 시나리오는 대형 상수도 누수사고 발생을 가정하고 상수도사업본부가 수돗물 누수 및 수질사고 대응훈련을 실시하고 있다. K-water도 매뉴얼에 따라 훈련하고 있다.

전기의 위기형태는 전기 수요급증, 설비고장, 사이버테러, 파업, 정전 등이며, 매뉴얼 내에 시나리오는 없다. 서울시의 재난수습주무부서 또는 상황대응과에서 훈련은 없고 한국전력공사는 화재 등 비상상황에 대비하여 소방서와 합동 소방훈련을 실시하고 있다. 전기통신의 위기형태는 자연재해, 기술적 결함, 파업, 인위적 재난 등이 있으며, 예상 시나리오는 장비고장이나 광케이블 단절에 의한 정보통신망 마비, 풍수해에 따른 정보통신 장애 발생 2가지를 설정하고 있다.

가스의 위기형태는 수요급증, 파업, 설비고장이며, 예상 시나리오는 따로 제시하고 있지 않다. 가스의 경우 한국가스안전공사에서 재난대응 안전한국훈련을 실시하고 있다. 서울에너지공사에 따르면 열수송의 경우 위기형태는 열원/열수송관 사고가 있으며, 예상 시나리오로는 중온수 누출사고를 설정하고 있다. 이를 기반으로 서울에너지 공사는 분기별 을지태극연습, 열원/열수송관 사고대비 훈련을 실시하고 있으며, 이와는 별개로 한국지역난방공사에서는 긴급복구훈련을 실시하고 있다.

공동구의 위기형태는 화재, 파손·파괴(침입 및 테러), 침수이며 각 시설물 관리기관, 소방, 경찰이 함께 합동훈련, 초동대응훈련, 도상훈련을 실시한다.

종합해서 볼 때 공동구를 제외한 시설물별 시나리오는 단일사고를 가정하고 있을 뿐 복합재난 및 2차 피해를 고려한 재난 시나리오는 설정하고 있지 않다. 훈련도 각 시설

물 관리기관별로 자체 훈련은 이루어지고 있으나, 타 기관과 합동훈련은 충분하지 못하다. 결국 복합재난 및 2차 피해를 고려한 시나리오 설정과 지하시설물 유관기관 및 관계기관과의 합동훈련이 앞으로 보완되어야 할 것이다.

[표 4-10] 현장조치 행동매뉴얼 내 재난 시나리오 및 실제 훈련

시설물	위기형태	예상 시나리오	실제 훈련 (시설물 관리 기관)
상수도	지반파괴, 수돗물 유출	- 대형 상수도 누수사고 발생	수돗물 누수 및 수질사고 대응훈련(상수도사업본부) 매뉴얼 관리 및 훈련(K-water)
전기	수요급증, 설비고장, 사이버 테러, 파업, 정전	-	화재 등 비상상황 대비 소방서 합동 소방훈련(한국전력공사)
전기통신	자연재해, 기술적 결함, 파업, 인위적 재난	- 장비고장, 광케이블 단절에 의한 정보통신망 마비 - 풍수해에 따른 정보통신 장애 발생	-
가스	수요급증, 파업, 설비고장	-	재난대응 안전한국훈련(한국가스안전공사)
열수송관	열원/열수송관 사고	- 중온수 누출사고 발생	분기별 을지태극연습, 열원/열수송관 사고대비 훈련(서울에너지공사) 긴급복구훈련(한국지역난방공사)
공동구	화재, 파손·파괴(침입 및 테러), 침수	-	위기형태에 따른 훈련(서울시설공단)

05

서울시 지하시설물의 안전관리 방향



- 1_분석결과의 요약 및 시사점
- 2_평상시 안전관리 개선방안
- 3_재난발생 시 대응력 강화를 위한 개선방안
- 4_서울시 지하시설물관리 행정조직 강화방안

05. 서울시 지하시설물의 안전관리 방향

1_분석결과의 요약 및 시사점

서울시 지하시설물 안전관리 현황을 지하시설물 현황, 안전사고 사례, 정보시스템, 안전관리규정, 재난대응 매뉴얼, 대응 타임라인 분석, 인터뷰 등 7개 부분으로 나눠 살펴 보았다.

지하시설물 현황 분석에서는 지하시설물 중 50% 이상이 민간기업 등 서울시 외 타 기관에서 관리되고 지하시설물별 관리기관이 다양하여 안전사고 등 긴급상황 시 서울시의 체계적 대응이 곤란할 것으로 판단된다. 이와 더불어 지하시설물별 특성과 현황 관리가 각각 이루어지기 때문에 지하시설물 현황 데이터의 정합성 및 정확성이 미흡할 것으로 판단된다. 이에 따라 지하시설물 관리 효율성 증진을 위한 지하시설물에 대한 여러 관리기관의 협업체계 수립과 더불어 지하시설물 정보에 대한 통합관리를 위해 관리기관별 지하시설물 정보를 공유할 필요가 있으며, 또한 지하시설물 데이터의 최신성을 확보하고 위치정확도를 지속적으로 향상시켜야 한다.

지하시설물 국·내외 안전사고의 16개 사례를 통해서 지하시설물 안전사고는 인명 및 재산의 피해와 더불어 지하시설물 자체 피해뿐만 아니라 통신장애, 교통마비 등 2차 피해가 직간접적으로 발생하는 것을 알 수 있다. 또한 피해범위가 광범위한 것을 알 수 있으며, 이에 따라 지하시설물 사고를 대규모 복합재난으로 고려하여 이에 대비할 필요가 있다.

중앙정부 및 서울시 지하시설물 관련 정보시스템 현황을 통해 국토교통부 지하공간통합지도는 보안문제로 활용이 다소 미흡하다는 것을 알 수 있으며, 부서별 지하시설물 업무의 산재로 신속한 종합 정책수행에 어려움이 있는 것을 알 수 있다. 또한, 관리기관별로 시스템을 구축·운영하고 있어서 관리주체 간 정보공유가 부족하고, 현 정보시스템은 통계 및 현황관리 위주의 시스템으로 분석기능이 부재한 것을 알 수 있다. 이

에 따라 지하시설물 정보시스템의 데이터 정합성을 위해 통합 DB 구축이 마련되어야 하며, 정보공유 및 이용의 효율성 향상을 위해 지하시설물 데이터의 표준화가 이루어져야 한다. 이처럼 지하시설물에 대한 통합 데이터베이스 구축 개선을 통해 도로관리과, 보행정책과 등 서울시 지하시설물 관련 부서에서는 신뢰성 높은 데이터를 사용할 수 있으며, 정보시스템 연계를 통해 업무의 상호 연계성 및 효율성 개선이 가능할 것으로 판단된다.

안전관리규정 검토를 통해 안전점검 결과 및 보고서 등에 대한 연계 및 정보공유체계가 미흡한 것을 알 수 있으며, 비상시 긴급조치 시 민간기업에서 중앙부처에는 보고를 하지만 서울시에는 보고를 하지 않는 것을 알 수 있다. 이에 따라 관리기관별 안전점검 결과를 공유하고, 비상시 긴급조치에 서울시와의 협업사항을 추가할 필요가 있다. 지하시설물별, 관리기관별 재난대응 매뉴얼을 살펴본 결과, 매뉴얼 내 구축되어 있는 지하시설물은 복합재난을 고려한 시나리오가 아닌 시설물 단일 재난 시나리오만 제시하고 있는 것을 알 수 있다. 또한, 실제 대응훈련 시 작성된 재난 시나리오를 기반으로 이루어지지 않으며, 유관기관의 합동 대응 고려가 미흡한 것을 알 수 있다.

전기통신, 전기, 가스의 경우 민간기업에서 관리하는 지하시설물로 서울시의 역할이 모호하며, 지하시설물 안전사고 발생 시 서울시 담당부서와 관리주체의 연계가 미흡하고, 기관별 역할을 형식적으로 제시하고 있다. 마지막으로 서울시와 각 기관의 재난대응매뉴얼 내 역할이 불일치하는 것을 알 수 있었다. 이에 따라, 시나리오 작성 시 복합재난 및 2차 피해를 고려한 보다 실질적인 시나리오 작성이 필요하며, 이를 기반으로 지하시설물 관리기관의 합동훈련이 필요하다. 또한 서울시 재난대응 차원에서는 전기통신, 전기, 가스 등의 재난수습부서 역할을 강화하고, 서울시와 유관기관의 협업체계를 구축해야 한다. 이를 위해서는 서울시와 지하시설물 관리기관 간 기관별 역할의 정합성과 연계성을 향상시킨 매뉴얼 작성이 필요하다.

관리기관 유형에 따른 3가지 지하시설물 안전사고 대응 타임라인 분석을 통해 서울시에서 관리하는 지하시설물 안전사고의 경우 서울시의 대응활동이 적절히 이루어짐을 알 수 있다. 그러나 민간기업에서 관리하는 지하시설물 안전사고의 초기대응 시 서울시의 역할이 부재하고, 현장출동 및 상황파악, 수습 등 서울시 현장 활동이 부재함을 알 수 있었다. 또한 유관기관과의 협업 및 대응프로세스가 미흡하여 현장에서의 서울시의 역할이 미비한 것을 알 수 있었다. 이에 따라 서울시 재난수습부서의 역할을 강화하고, 유관기관과의 정보공유 및 협업체계 구축이 필요하다.

지하시설물 관리기관 실무자의 인터뷰를 통해서도 지하시설물별 합동점검이 이루어지지 않고, 정보공유가 미흡하며, 사고발생 시 서울시의 역할이 미비한 것을 알 수 있다. 또한 지하시설물 관련 시스템의 통합운영이 필요하다는 것을 알 수 있었으며, 이에 따라 안전점검 결과를 공유하고, 지하시설물 관련 시스템을 통합 운영하여 정보를 공유할 수 있는 체계가 필요하다.

[표 5-1] 서울시 지하시설물 안전관리 현황분석에 따른 시사점

구분	분석내용	시사점
지하시설물 현황	지하시설물별 관리주체 다양	<ul style="list-style-type: none"> 관리주체별 지하시설물 정보공유 지하시설물 데이터의 최신성 확보, 위치 정확도 향상
	지하시설물 현황 데이터 정확성 미흡	
안전사고 사례	피해가 광범위하게 나타나고 통신장애, 교통마비 등 2차 피해 발생	<ul style="list-style-type: none"> 대규모 복합재난에 대비
정보시스템	국토부 지하공간통합지도는 보안문제로 활용 미흡	<ul style="list-style-type: none"> 지하시설물 정보시스템 간 데이터의 정합성 유지를 위하여 연계 지하시설물 데이터의 최신성 확보, 위치 정확도 향상을 위한 추진사업 필요 지하시설물 안전관리 업무 기능 향상을 위한 빅데이터 등 분석 기능 개발
	지하시설물 업무의 산재로 신속한 종합 정책수행 어려움	
	관리주체별 시스템 구축 및 운영으로 정보공유 부족	
	통계 및 현황관리 위주의 시스템으로 분석기능 부재	
	목적에 따라 시설물 관리기관에서 데이터 값 상이	
안전관리 규정	안전점검 결과 및 보고서 등 정보공유체계 미흡	<ul style="list-style-type: none"> 안전점검 결과 공유 비상시 긴급조치에 서울시 협업사항 추가
	비상시 긴급조치 시 중앙부처에 보고, 서울시 부재	
재난대응 매뉴얼	단일 재난 고려, 2차 피해 및 타기관 합동 대응 고려 미흡	<ul style="list-style-type: none"> 복합재난 및 2차 피해를 고려한 시나리오 작성 시나리오를 기반의 지하시설물 관리기관 합동훈련 필요 통신, 전기, 가스 분야 재난수습부서 역할 강화 서울시와 타 기관의 협업체계 구축 서울시와 지하시설물 관리기관 매뉴얼 간 기관별 역할 정합성 및 연계성 향상
	재난 시나리오 및 실제훈련 대응시나리오의 불일치	
	통신, 전기, 가스의 경우 민간기업의 담당시설물로 서울시의 역할 모호	
	지하시설물 안전사고 발생 시 서울시 담당부서와 관리주체의 연계 미흡, 기관별 역할 형식적 제시	
	서울시와 각 기관별 재난대응매뉴얼 내 역할 불일치	

구분	분석내용	시사점
대응 타임라인 분석	초기대응 시 서울시 역할 부재	<ul style="list-style-type: none"> 서울시 재난수습부서의 역할강화 유관기관 정보공유 및 협업체계 구축
	현장출동 및 상황파악, 수습 등 서울시 현장 활동 부재	
	유관기관과의 협업 및 대응프로세스 미흡	
인터뷰	각 지하시설물별 합동점검 부재 및 정보공유 미흡	<ul style="list-style-type: none"> 안전점검 결과 공유 지하시설물 관련 시스템 통합운영 및 정보공유
	사고발생 시 서울시 역할 미비	
	지하시설물 관련 시스템 통합운영의 필요성	

지하시설물 안전관리 현황분석을 통해 최종적으로 정리된 시사점은 지하시설물 데이터 정확성 향상, 지하시설물 관리기관별 정보공유, 지하시설물의 대규모 복합재난 대비, 지하시설물 정보시스템 연계, 정보시스템 기능 향상, 복합재난 시나리오 작성, 서울시 재난수습부서 책임 강화, 서울시와 타 기관과의 매뉴얼 정합성, 안전점검 및 사고·공사 정보공유, 시나리오에 따른 기관별 합동훈련 실시의 10가지다.

이를 바탕으로 지하시설물의 평상시와 재난발생 시로 구분하여 평상시 안전관리 개선방안과 재난발생 시 대응력 강화를 위한 개선방안을 제시하고 이를 체계적으로 수행하기 위한 지하시설물관리 행정조직 강화방안을 제시한다.



[그림 5-1] 서울시 지하시설물 안전관리 시사점 및 개선방안

서울시 지하시설물 안전관리 강화를 위한 개선방향은 다음과 같다.

첫째, 평상시 안전관리 개선이다. 평상시 지하시설물 굴착 및 사고, 안전점검 결과 등을 지하시설물 관리기관 간 공유하여 담당 지하시설물 주변 위험을 사전에 파악하여

사고를 예방하는 것이다. 이는 굴착공사정보지원센터(EOCS)를 고도화하고, 각 지하철시설물 정보시스템을 연계하여 정보공유 체계를 구축할 수 있다. 이를 위해서는 각 지하철시설물 관리기관이 작성하여야 하는 안전관리규정 작성 지침에 공유 사항을 추가하여 의무화할 수 있다.

또한, 관리기관별로 운영 중인 지하철시설물 정보시스템을 연계함으로써 지하철시설물 정보관리체계를 개선할 수 있다. 정보시스템을 연계하기 위해 기본적인 지하철시설물 통합 데이터베이스 표준화를 통해 구축방안을 개선한다. 또한, 연계한 정보시스템에 지하철시설물 안전관리를 위한 로봇, AI, 빅데이터 등 신기술을 적용한 분석기능을 추가한다. 둘째, 재난발생 시 대응력 강화를 위한 개선이다. 대응력 강화를 위해서는 서울시 안전관리부서의 책임을 강화하는 것이다. 이는 재난수습부서 책임강화 및 지하철시설물 컨트롤타워 역할을 강화하는 방안이 주요 내용이다. 재난수습부서 책임강화를 위해서는 지하철시설물에 대한 재난수습부서의 책임과 역할을 명확하게 명시하여야 한다. 지하철시설물 안전사고의 효율적 대응을 위해 지하철시설물 복합재난 시나리오를 구축하고, 이를 기반으로 유관기관 합동 훈련과 교육이 주기적으로 이루어져야 한다. 이러한 관리체계 변경에 따라 현 현장조치 행동매뉴얼을 정비함으로써 지하철시설물 재난대응 조직 및 총괄기능을 강화할 수 있다.

마지막으로 제시한 개선방안들을 보다 원활히 수행하기 위해 서울시 지하철시설물관리 행정조직 강화방안을 제시한다. 이는 유관기관 간 협력기능을 강화하는 것으로, 이를 위해서는 기존 지하철시설물 안전관리 협의체의 협력기관 및 기능을 확대함으로써 협의체의 실효성과 기동성을 향상시킨다. 또한, 지하철시설물 컨트롤타워 역할을 강화하기 위해 현 서울시 지하안전팀의 역할 및 조직을 확대하여야 한다.



[그림 5-2] 지하철시설물 안전관리 강화를 위한 기본방향

2_평상시 안전관리 개선방안

1) 안전관리 정보공유체계 구축

(1) 지하시설물 굴착 및 사고, 안전점검 등 정보공유체계 구축

지하시설물 관리기관별 인터뷰를 통해 지하시설물별 관리 운영현황 및 실태, 굴착공사 정보 등 공유의 중요성이 대두되었다. 지하시설물별 관리 운영현황 및 실태에 관한 정보공유는 이루어지지 않고 있으며, 굴착공사 정보의 경우 굴착공사정보지원센터(EOCS)를 통해 공유하고 있으나, 굴착공사의 정확한 날짜 등 정보의 정확도가 다소 미흡하다는 것을 알 수 있었다. 또한, 지하시설물 안전관리규정에 의해 실시하는 안전점검의 결과 및 이상 유무는 각 지하시설물 관리기관에서만 보유하고 관리기관 간 공유는 하지 않는 것을 알 수 있었다.

이러한 지하시설물 관리기관의 수요를 충족하고, 지하시설물 안전관리의 효율성을 향상하기 위해 지하시설물 굴착 및 사고 등 정보공유체계가 필요하다. 따라서 지하시설물 정보시스템 연계를 통해 각 지하시설물 관리기관에서 지하시설물 안전점검 결과, 굴착공사, 사고 등의 정보를 업로드하고 공유할 수 있는 체계를 마련할 수 있다. 이처럼 각 지하시설물의 정보를 공유함으로써 서울시에서는 안전점검 이력 및 결과, 공사 및 사고 정보를 효율적으로 관리할 수 있고, 민간기관에서는 타 시설물로부터 발생하는 위험을 사전에 인지하고 예방할 수 있어 지하시설물 안전관리가 보다 용이할 것으로 기대한다.

(2) 정보공유체계 구축을 위한 법제도적 지원 마련

상기와 같이 지하시설물 굴착 및 사고 등 정보공유체계를 구축하기 위해서는 굴착공사정보지원센터(EOCS)를 고도화하는 방안과 굴착공사 외에도 평상시 관리기관에서 수행하는 안전점검의 결과를 공유하는 방안이 있다.

이는 안전관리규정 내에 각 관리기관별 수행하는 안전점검의 결과 및 이상 유무에 관한 사항을 공유하도록 하는 지침을 추가하여 의무화 할 수 있다. 현재는 전기시설물 안전관리규정에만 주변 시설물 등의 관리자 또는 주민과의 정보교류 항목이 있으나 이를 상수도, 하수도, 전기, 가스, 열수송관, 공동구로 확장하여 각 시설물 안전점검의 내용을 공유하도록 한다. 이를 통해 지하시설물에 대한 사고 발생을 예방할 수 있을 것으로 기대한다.

2) 정보관리시스템 개선

(1) 지하시설물 통합 DB 구축의 개선

지하시설물통합정보시스템, 도로점용관리시스템, 도로굴착복구시스템 등 여러 부서에서 개별 관리되고 있는 시스템은 시스템에 따라 정보가 개별 구축되었으며, 시스템 간 데이터 정보공유가 이루어지지 않아 지하시설물 현황 정보가 상이하다. 또한, 시스템 간 호환성에 제약이 있으며, 데이터의 최신성 및 위치정확도가 부족한 실정이다. 이에 따라 지하시설물 정보시스템의 데이터 정합성을 위해 정보공유체계가 마련되어야 하며, 정보공유 및 이용의 효율성 향상을 위해 지하시설물 데이터의 표준화가 이루어져야 한다. 이처럼 지하시설물 통합 데이터베이스 구축의 개선을 통해 도로관리과, 보행정책과 등 서울시 지하시설물 관련 부서에서는 신뢰성 높은 데이터를 사용 할 수 있으며, 정보시스템 연계를 통해 업무의 상호 연계성 및 효율성 개선이 가능할 것으로 판단된다.

(2) 지하시설물 안전관리를 위한 신기술 적용

현 지하시설물 정보시스템은 관리부서별 시스템 구축·운영으로 정보공유가 부족하고, 복합재난에 대한 예방 및 대비가 미흡하다. 그러나 지하시설물 정보시스템 연계 및 지하시설물 데이터 표준화 이후 정제된 데이터를 취합하여 서울시 지하시설물 전담부서에서는 이를 적극 활용해야 한다. 기존 시스템이 현황관리 및 통계 구축 위주의 역할을 수행했다면, 향후 4차 산업혁명의 신기술인 3D데이터, AI, 빅데이터 등을 적용하여 데이터를 분석하는 기능을 추가하여 시스템을 고도화할 필요가 있다. 이를 통해 지하시설물에 대한 예방적 안전관리를 수행할 수 있으며, 안전사고 발생 시 체계적 대응을 위한 지하시설물 통합정보 분석전략을 마련할 수 있다.

3_재난발생 시 대응력 강화를 위한 개선방안

1) 서울시 안전관리부서 책임 강화

(1) 재난수습부서의 책임 강화

지하시설물 안전사고 발생 시 상수도, 하수도와 같이 서울시가 관리하는 시설물의 경우 서울시 재난수습부서의 역할이 제대로 수행되나, 전기, 전기통신, 가스, 열수송관 등 서울시 외 타 기관 시설물의 경우 서울시 재난수습부서의 역할이 모호하다. 이에 따라 전기, 가스, 열수송관의 재난수습부서인 녹색에너지과와 통신의 재난수습부서인 정보통신보안담당관의 역할을 안전사고 단계별 프로세스에서 내용을 보다 명확히 하고 이에 따른 책임감을 강화하여야 한다.

재난수습부서의 역할은 안전사고 발생 초기에 수행하는 초동대응과 안전사고 발생 후인 현장대응 및 수습의 단계별 프로세스로 구분할 수 있다.

초동대응 단계에서는 상황파악, 상황보고, 상황전파, 상황판단회의 개최 등의 역할을 수행해야 한다. 지하시설물 안전사고 발생 신고를 접수하고, 접수된 정보를 유관부서 및 유관기관에 제공·전파한다. 이후 피해상황을 파악하고 피해현황을 집계하여 시장, 부시장, 본부장, 언론담당관 및 외부 상부기관에 보고하고 전파한다. 시장, 부시장, 재난수습부서장은 상황판단회의를 통해 상황 및 피해 규모에 따라 지역재난대책본부, 통합지원본부 가동 여부를 결정하고, 유관기관에 지원요청 사항을 결정한다.

현장대응 및 수습 단계에서는 상황파악 및 공유, 피해현장 대응조치, 현장수습본부 운영, 수습·복구, 재난사고 원인 및 피해조사 등의 역할을 수행해야 한다. 재난수습부서에서는 사고 현장으로 출동하여 피해현황을 파악하고 이를 유관부서에 전파하고, 유관기관 및 자치구로부터 복구사항을 확인해야 한다. 또한, 피해시설물을 긴급점검하고 피해시설물에 대한 복구 조치를 주관하여 행하는 등 현장상황을 파악하고 수습해야 한다. 사고현장이 수습이 되면 재난피해상황을 조사하고 복구계획 및 이행계획을 수립하는 등 복구상황을 총괄하고, 재난피해 재발방지대책을 강구해야 한다. 복구가 이루어지면 재난사고 원인을 분석하고 최종 피해를 조사해야 한다.

이와 같은 재난수습부서의 초동대응, 현장대응 및 수습의 역할을 수행하기 위한 역량을 강화하기 위해서는 재난수습부서를 대상으로 주기적인 교육 및 훈련이 필요하며, 현장 적용성을 높이기 위해서는 유관기관을 포함하여 합동훈련을 실시해야 한다.

[표 5-2] 지하시설물 재난수습부서의 역할 및 임무

구분	역할 및 임무	
초동대응	상황파악	피해상황 파악 및 집계
		(피해심각 경우)상세 피해상황 파악 및 집계
	상황보고	보고시간 및 대상
		보고내용 및 방법
	상황전파	보고시간 및 대상
		전파내용 및 방법
상황판단회의 개최	상황판단회의	
	자체 위기평가회의	
현장대응 및 수습	상황파악 및 공유	상황실, 자치구 등으로부터 지속적으로 상황 접수
		소관시설(물) 피해현황 파악
		관련 유관부서에 상황 전파
		유관기관, 자치구 복구사항 확인
		상황대응과, 안전총괄과와 대응상황 공유
	피해현장 대응조치	피해 소관시설(물) 긴급점검
		필요시 피해 소관시설(물)에 대해 주관하여 복구 조치
	현장수습본부 운영	현장상황 파악 및 수습
	수습·복구	재난피해상황 조사 및 복구계획 수립
		재대본 결정사항 이행계획 수립
복구상황 총괄		
재난피해 재발방지대책 강구		
재난사고 원인 및 피해조사	원인 분석 및 피해 조사	

지하시설물 관련 안전사고 발생 시 일정규모 이상인 경우 지하시설물 관련부서를 중심으로 재난안전대책본부를 구성하여 운영토록 하고 있다. 그러나 큰 규모의 재난이 발생하여 인명피해, 사회 인프라 마비 등을 야기하는 2차 피해가 발생하는 경우에는 서울시 전 부서차원의 대응이 필요하다. 이를 위해서 서울시 재난안전대책본부 구성 기준을 재설정하고 이에 따른 해당 부서의 역할을 부여하는 것이 필요하다.

재난안전대책본부의 구성 기준은 대규모의 재난이 발생한 경우이거나, 인명피해, 사회 인프라의 마비 등을 야기하는 2차 피해가 발생하는 경우 재난의 경계, 심각 단계에서 가동되는 것을 원칙으로 하며, 위기경보 단계 외에도 2차적으로 다른 재난이 추가

로 발생하고 피해가 확산될 가능성이 높은 경우, 사회적 이슈가 되는 재난인 경우 구성하도록 한다.

현재의 서울시 매뉴얼상으로는 지하시설물 담당부서에서 통제관, 재난수습부서가 주도적인 역할을 수행하도록 되어 있으나, 재난안전대책본부 수립 시에는 안전총괄실에서 주관하여 통합적으로 관리할 필요가 있다. 또한 재난유형별 지하시설물 재난수습 부서는 상황대처 및 모니터링, 현장수습 및 복구 중심의 업무를 수행하여 역할을 구분할 필요가 있다.

(2) 지하시설물 안전관리를 위한 컨트롤타워 역할 강화

지하시설물 사고의 경우 직간접적인 다양한 형태의 피해가 발생하기 때문에 이를 대응하기 위한 통합조정기능의 역할이 요구된다.

현재 서울시는 지하안전관리에 관한 특별법 사항을 수행하고자 도로관리과 지하안전팀을 운영 중에 있으나, 특별법에서 규정한 내용에 대한 업무를 진행하기에도 많은 어려움이 있어 서울시에 분포하고 있는 많은 지하시설물에 대한 통합조정기능을 수행하기에는 미흡한 점이 많다. 따라서 이와 같은 통합조정기능의 역할을 강화하기 위해서는 현재의 지하안전팀에서 협력기능, 평가기능, 점검기능, 정보기능 등의 역할을 확대할 필요가 있다.

협력기능으로는 지하시설물 안전관리 협의체를 운영하고, 지하시설물 안전관리 합동 훈련을 실시하고, 사고발생 시 현장으로 출동하여 현장대응 활동을 수행하는 것이 있다. 특히, 지하시설물 안전관리 합동 훈련을 주관하여 수행함으로써 서울시 지하시설물 재난수습주무부서의 역량을 강화하고, 민간기관과 서울시와의 현장대응의 협업체계를 구축할 수 있다. 또한, 지하시설물에 따른 대형사고의 경우 지하시설물 안전관리를 위하여 재난수습부서보다는 지하시설물 통제관을 지하안전팀에서 수행하여 현장대응의 체계적 관리, 신속한 상황 전파, 사고에 대한 체계적인 수습지원이 가능할 수 있도록 컨트롤타워 역할을 강화할 필요가 있다.

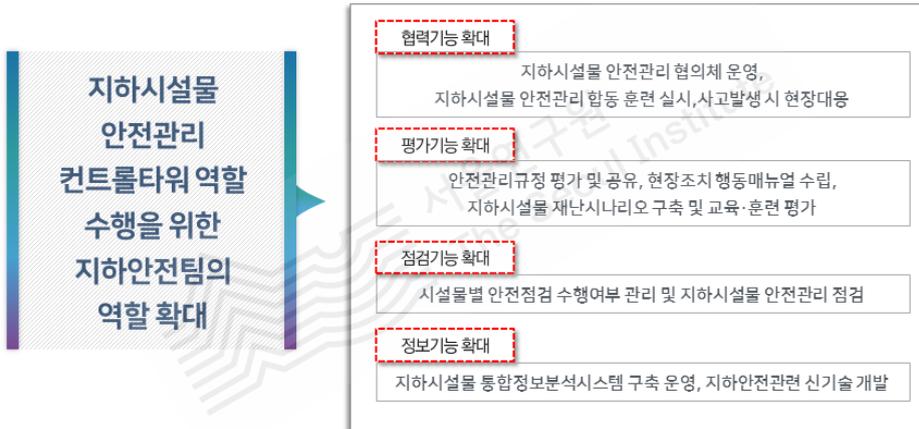
평가기능으로는 안전관리규정 평가 및 공유, 현장조치 행동매뉴얼 수립, 지하시설물 재난 시나리오 구축 및 교육·훈련 평가가 있다. 각 지하시설물 관리기관에서 작성한 안전관리규정을 평가하고, 공유함으로써 지하시설물별 안전점검 방법 및 결과를 공유할 수 있어 관리의 효율성을 향상시킬 수 있다. 또한 지하시설물 안전관리 합동훈련을 위한 재난 시나리오를 구축하고 이에 따라 실시된 훈련 및 교육을 평가함으로써 시나

리오 작성과 훈련 및 교육 수행에 피드백을 준다. 이렇게 수정된 시나리오와 교육 및 훈련, 평가를 통해 수정된 유관기관의 대응업무 등을 현장조치 행동매뉴얼에 반영하고 수립하는 역할을 수행한다.

점검기능으로는 시설물별 안전점검 수행여부를 관리하고 지하시설물 안전관리 점검을 수행하는 것이다. 이는 기존의 역할을 보다 강화함으로써 예방차원에서 지하시설물 안전관리를 수행한다.

마지막으로 정보기능으로는 지하시설물 통합정보분석시스템을 구축 및 운영하고, 지하안전 신기술을 개발하는 것으로, 현재의 안전점검, 관리 등에서 분석의 기능을 추가하여 보다 고도화된 안전관리를 수행할 수 있다.

이처럼 현재의 도로관리과 지하안전팀 업무에서 협력기능, 평가기능, 점검기능, 정보기능을 확대하고 지하시설물 안전관리 컨트롤타워 역할 수행을 위해 현 지하안전팀을 과단위로 개편할 필요가 있다.



[그림 5-3] 지하안전팀의 기능 확대

2) 복합재난 시나리오 설정 및 훈련

(1) 지하시설물 복합재난 시나리오 구축

지하시설물 안전사고에 대하여 관련 주관기관 및 유관기관들이 개별적으로 대응하기 보다는 서로 간 유기적으로 연계하고 통합적으로 대응하는 것이 매우 필요하다. 이를 위해서는 통합적인 사고관리가 중요하고 이러한 지하시설물 안전사고에 대비하기 위한 훈련 시나리오를 구축하는 것이 매우 중요하다.

특히, 지하시설물 안전사고는 연쇄적으로 다른 시설물에 영향을 미치고 기본적으로 제공되는 인프라 서비스 제공이 제한되는 등 2차적인 사회적 피해를 유발한다. 따라서 지하시설물 안전사고가 발생하더라도 지속적으로 핵심기능을 유지할 수 있는 역량을 확보할 수 있는 재난대비 훈련방안을 수립하여야 한다.

지하시설물 안전사고의 성격을 복합재난으로 규정하고 이에 따른 시나리오의 개발이 필요하다. 이를 위해서는 이 훈련과 관련이 있는 모든 기관이 함께 참여하여 훈련을 추진할 수 있는 프레임워크를 개발하는 것이 매우 중요하다.

[표 5-3] 복합재난대비 훈련모형 개발방법론

구분	내용
1단계	법령 및 매뉴얼 분석 - 피해유형, 유관기관의 책임과 역할(R&R) 도출
2단계	재난유형에 해당하는 재난사고 발생 스토리보드 개발
3단계	재난의 개별상황에 대한 소관기관의 대응부서 및 인력의 재난대응업무 프로세스 흐름도 도출
4단계	소관기관별 대응부서 및 담당인력 표준행동조치사항(SOP) 도출
5단계	재난상황 스토리보드에 따라 필요한 재난업무 프로세스 흐름도를 도출하고, 소관기관별 R&R을 토대로 작성된 표준행동조치사항을 수록된 복합재난대비 훈련시나리오를 개발
6단계	훈련시나리오 표준행동조치사항 훈련평가지표 작성

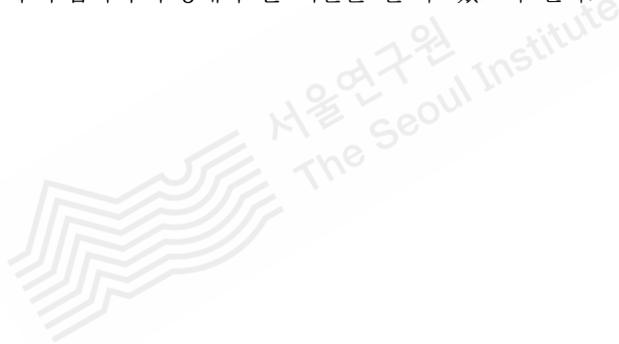
*참조: 대규모 복합재난대비 체계적인 훈련방안 연구(행정안전부, 2011)

행정안전부에서는 2011년 대규모 복합재난대비 훈련모형 개발방법론을 제시하고 이를 통하여 시나리오 작성 기준을 총 6단계에 걸쳐 제시한 바 있다(표 5-4). 여기에서는 2단계 재난유형에 해당하는 재난사고 발생 스토리보드 개발, 3단계 소관기관의 대응부서 및 인력의 재난대응업무 프로세스 흐름도 도출, 4단계 소관기관별 대응부서 및 담당인력 표준행동조치사항(SOP) 도출, 5단계 재난상황 스토리보드에 따라 필요한 재난업무 프로세스 흐름도를 도출하고 표준행동조치사항을 수록된 복합재난대비

훈련시나리오를 개발하는 내용이 중요하다. 특히 5단계에서는 기관별 조치사항을 중심으로 표준행동조치사항을 개발하고 이에 따른 처리시간을 고려해 훈련계획을 수립하도록 했다. 복합재난에 관계가 되는 각 부처의 담당업무별로 적합한 재난업무를 추진할 수 있는 표준행동조치사항 개발절차를 확립하고 이를 훈련에 적용할 수 있는 방법론을 제시하여야 한다.

서울시 현장대응 매뉴얼에서는 지하시설물에 영향을 줄 수 있는 재난 및 위험에 대해서는 명시하고 있으나 이를 기반으로 한 재난 및 사고에 대한 시나리오 작성은 대부분 수행되지 못하고 있다. 따라서 시나리오를 기반으로 한 훈련 및 교육 또한 진행되지 못하고 있다.

[표 5-4]는 지반함몰 발생으로 인해 버스가 추락하여 인명피해 및 교통체증이 발생하고, 2차 피해로 노후 상수관이 파열되었으며, 이와 더불어 가스 및 통신관의 파열 가능성을 고려한 시나리오로 복합재난의 적절한 예로 볼 수 있다. 시간대별 시나리오를 제시하고, 이에 재난대책지원본부의 13개 기능이 언제 필요할지 나타냄으로써 각 기능의 담당관들이 투입되어 수행해야 할 역할을 알 수 있도록 한다.



[표 5-4] 복합재난 시나리오 예시(지반함몰)

시나리오(시간대 별)	서울시 재난대응 13개 기능												
	상황 총괄	생활 지원	통신 지원	시설 복구	에너지 복구	자원 지원	교통 대책	의료 방역	재난 현장 환경 정비	행정 지원 자원 봉사	질서 협력	구조 구급	재난 홍보
18:30	<ul style="list-style-type: none"> · 버스정류장 인접 도로에서 10×15×5 (가로×세로×깊이)(m) 규모의 지반함몰 발생 · 약 50km/h의 속력으로 19명의 승객을 태운 버스가 지반함몰 지역으로 추락하며 우측으로 전복됨. 												
18:35								●					
18:37	●												
18:40	<ul style="list-style-type: none"> · 동시에 정류장에서 버스를 기다리던 시민 중 3명이 추락함. · 서울안전통합상황실 접수 및 전파 · 도로관리과, 사업소, 치수과, 주민센터 접수 · 지반함몰 및 버스 추락으로 인하여 노후 상수관이 일부 파열되어 누수 되기 시작함. 상수도사업본부에 지원 요청(물펌프 등) · 도시기반시설본부에 장비지원 요청(백호우 및 덤프트럭 등) 												
18:43	●			●									
18:48	<ul style="list-style-type: none"> · 현재 정확한 피해자가 집계되지 않고 있으며, 버스에 대다수 시민이 있던 것으로 접수됨. 또한 다수의 중상자가 있는 것으로 파악됨. · 퇴근시간 교통체증으로 인하여 구조대 도착이 늦어지고 있음. · 주변 경찰 및 시민들에 의하여 경상자 9명이 구조되었음. · 구조대 도착. 구조작업 진행 중 · 통제선 설치 · 경찰 교통 통제 및 우회도로 안내, 주변 교통 극심한 정체 · 현장응급의료소 설치 요청 · 도시기반시설본부에 추가 장비지원 요청(절단기 및 유압잭 등) 												
	●			●							●	●	

시나리오(시간대 별)	서울시 재난대응 13개 기능												
	상황 총괄	생활 지원	통신 지원	시설 복구	에너 지 복구	자원 지원	교통 대책	의료 방역	재난 현장 환경 정비	행정 지원 자원 봉사	질서 협력	구조 구급	재난 홍보
19:13	· 주변 건물, 위험시설(주유소 및 가스저장소 등), 전력시설 등에 대한 2차 피해 유무 확인 요청				●								
	· 첫 사망자 발생, 추가 5명 중상자 구조됨.							●					
	· 재난지휘버스 도착 및 현장응급의료소 설치	●						●					
	· 상수도사업본부 긴급복구반 도착. 누수 복구작업 시작				●								
	· 주요 방송사 도착. 일부 방송사에서 부정확한 사고 원인과 시민 인터뷰에 대하여 보도 중												●
	· 구청에 피해자 가족, 유가족 확인 및 대응 요청(복지건강실)		●							●			
19:15	· 각 이송 병원에 직원 파견							●					
	· 현장에서 소방본부장 브리핑준비 완료											●	
19:20	· 현장에서 소방본부장 브리핑 실시											●	
	· 중상자 1명 병원 이송 중, 사망. 사망자 총 2명							●					
19:35	· 국토부 지반침하 중앙사고수습본부 구성(사고조사위원회)	●											
	· 나머지 피해자 7명 구조 완료, 경상자 2명 중상자 5명							●					
	· 시장님 도착												
21:25	· 전문가 자문단 구성 및 파견	●											
	· 주변 건물에서 수돗물이 적게 나오면서 민원이 들어옴.											●	
	· 사고 수습 및 상수관 누수 부분 긴급 복구 완료				●								
+ 3h	· 유가족에게 장례 방법 및 절차에 대한 협의 지원		●										
	· 시장님 2차 브리핑 시작											●	
	· 인접 건물에서 벽체에 균열이 발생했다는 민원 발생											●	
	· 전문가 자문단 및 복구지원반 파견, 조치 범위 검토	●			●								

*출처: 서울특별시, 2016, 서울시 재난대응계획 수립 및 재난대응 표준행동절차서 개발연구

(2) 유관기관 합동 훈련·교육 실시

지하시설물별 관리기관이 다양하여 협력 및 유기적인 연계가 매우 중요하며, 이를 위해 협업체계를 구축하고 이를 통한 지하시설물 안전사고에 대한 역량과 대응체계를 구축하는 것이 매우 중요하다.

또한 지하시설물 사고 시 대응력 강화를 위해 기관별 훈련뿐만 아니라 대응의 협업체계를 위한 유관기관과의 합동 훈련이 필요하며, 이에 따라 유관기관별 역할을 고려한 지하시설물 현장조치 행동매뉴얼을 정비하는 것이 필요하다.

① 합동훈련 및 교육

지하시설물 관리기관별 자체적인 훈련을 실시하고 있으나, 초기대응 매뉴얼에 유관기관과의 협조 내용이 명확히 명시되어 있지 않아 관련 기관 간 유기적 대응이 이루어지고 있지 않다. 따라서 지하시설물에서 발생 가능한 사고 및 재난에 대하여 유형별 모의훈련 매뉴얼을 정비하고 이를 바탕으로 주기적인 합동훈련을 통하여 재난발생 시 대응능력 확보가 매우 중요하다.

[표 5-5] 지하시설물 안전관리를 위한 학습기능 개선 방안

핵심기능	세부 기능	고도화 방안
지하시설물 안전사고 예방대비를 위한 학습 기능	<ul style="list-style-type: none"> 상정된 시나리오에 따라 상시/불시 훈련 실시 훈련에서 나타난 시사점을 업무체계와 매뉴얼에 반영 부서별 재난 관리 담당자 간의 역량 격차 개선 필요 지하시설물 대응 훈련 및 환류 기능 지하시설물 안전관리 교육 기능 	<ul style="list-style-type: none"> 지하시설물 관련 교육 실시: 서울시 담당 조직뿐만 아니라 유관조직과 다양한 형태의 교육 기회 확보 (ex: 세미나, 심포지엄 등)

훈련은 인명 및 재산의 피해가 높게 나타날 것으로 판단되는 화재, 지반침하, 누수 등 지하안전 사고를 중심으로 시나리오에 따른 매뉴얼을 기반으로 훈련을 수행하고 훈련 시 나타나는 문제점에 대해서는 매뉴얼에 즉각 반영하도록 한다.

훈련 시 참여기관으로는 서울시, 자치구, 지하시설물관리자, 소방, 군, 경찰, 중앙부처 담당공무원의 참여가 필수적이다. 서울시는 매뉴얼에 따라 통제관, 재난수습부서, 13개 지원반을 중심으로 역할을 수행하도록 한다.

훈련은 토론기반의 훈련과 실외에서 수행하는 실행기반의 훈련으로 구분할 수 있다. 토론기반의 훈련은 훈련 참가자들이 현재의 계획, 정책, 협약 및 절차에 익숙하도록 가상으로 설정된 내용을 이해하도록 도움을 주며, 일반적으로 세미나, 워크숍, 도상훈련, 시뮬레이션 등으로 구분된다. 실행기반의 훈련은 실제 훈련을 통하여 역할과 책임을 명확히 하고, 자원의 부족 및 활용상의 문제점을 규명하는 것으로 드릴, 기능훈련, 전면훈련이 있다.

현재 지하시설물 사고에 대응하기 위한 훈련은 상수도 파열, 하수도 연결부 불량에 따른 지반침하, 열수송관 파열, 공동구 화재 등에 대한 훈련이 진행되고 있으나, 도시가스 폭발, 통신구 화재에 의한 정보통신 단절, 전력케이블 손상에 따른 전력 중단 등 민간시설물의 경우 훈련 내용을 파악하기가 쉽지 않다. 또한 수행되고 있는 훈련의 대부분은 도상훈련으로 대부분 진행되고 있으나, 최근 지하시설물의 사고에 대한 사회적 관심에 따라 실행기반의 훈련을 강화하는 추세이다.

앞서 언급한 지하시설물 사고는 단순한 시설물 사고로 수습, 복구될 수 있지만 많은 경우 2차적인 피해가 발생하는 복합재난의 성격을 가지고 있기 때문에 다양한 유관기관들이 함께 훈련하는 것이 매우 중요하다.

지하시설물 재난대응 훈련에 있어서 사전에 준비되어야 할 내용으로는 서울시의 경우 지하시설물을 관리하는 책임부서가 훈련을 주관하여 유관기관 및 실무관계자들과 훈련계획을 수립하여야 한다. 훈련은 지하시설물 사고에 따른 피해를 최소화하고 빠른 대응이 가능하도록 필요한 핵심역량 및 조치사항들을 명확히 파악하는 것이 중요하다. 훈련은 실무담당자들이 실제 훈련에 투입되어 해당되는 임무와 역할, 조치사항들에 대한 내용을 훈련하는 것으로 한다.

훈련 유형은 도상훈련, 시스템 훈련, 현장 훈련 등 필요에 따라 진행될 수 있으나 관련 유관기관의 참여가 반드시 이루어져야 한다. 훈련이 끝난 후에는 훈련에 대한 평가를 수행하고 문제점 및 개선방안을 마련하여 향후 시나리오, 현장조치 행동매뉴얼, 훈련계획에 반영하도록 한다.

지하시설물 훈련의 효율성을 높이기 위해서는 지하시설물 사고 특성에 따른 복합 재난대응 훈련이 이루어질 수 있도록 정책적으로 개선할 필요가 있으며, 이를 위해서는 지하시설물 훈련 가이드라인을 제작하여 지하시설물 관리기관에게 제공하는 것이 필요하다. 지하시설물 훈련 가이드라인에서는 훈련의 목적, 훈련의 유형, 참여기관, 훈련 내용, 시나리오 등의 내용을 포함하여야 한다. 훈련 내용으로는 재난 위험정보 수

집 및 분석, 재난위험 모니터링, 재난상황전파, 지휘체계의 구축, 유관기관과의 상호 협력체계, 재난정보관리, 응급복구 등이다. 이를 통하여 재난상황관리 및 수습지원이 신속하게 이루어져야 한다.

② 재난수습부서의 역량강화 교육

민간기업 관리 시설물인 전기통신, 전기, 가스 이외에도 열수송관, 공동구, 상수도, 하수도 등 지하시설물에 대한 재난수습부서 담당자들을 대상으로 지하시설물 안전관리체계에 대한 교육을 진행하여야 한다. 지하시설물 안전관리에 관한 교육프로그램 개발은 교육목표, 유형, 일시/주기, 참가대상, 교육내용, 결과평가 및 환류 등의 흐름으로 작성하되 기관별 실정에 맞게 작성이 필요하다.

[표 5-6] 지하시설물 교육에 대한 일반사항

구분	내용
교육목표	• 지하시설물 관리체계가 이루어질 수 있도록 지하시설물에 대한 예방·대비·대응·복구의 재난관리 전 단계에서 관련 담당자들이 활동할 수 있도록 함
유형	• 이론 및 실습 교육
일시/주기	• 교육 횟수: 분기당 1회 실시(1회당 2차 교육으로 구성)
참가대상	• 재난책임부서 공무원 및 유관기관 - 상수도, 하수도, 전력, 통신, 공동구, 난방
교육내용	• 지하시설물 안전관련 일반사항, 안전점검 등 - 지하시설물 상태진단 및 안전성 평가, 진단항목 체크리스트 및 평가기준 제시 - 재난사고 발생 시 대응방안
결과평가 및 환류	• 평가를 통하여 문제점 및 개선방안 도출, 향후 교육프로그램에 반영

지하시설물 교육프로그램에 대한 개선안은 다음과 같다. 지하시설물 재난수습부서 및 지하시설물 관리 실무자들에 대한 교육 프로그램을 진행하여야 하며, 이를 통하여 각 지하시설물에 안전관리에 대한 인식을 통하여 책임과 역할을 명확히 하는 것이 매우 중요하다. 이를 위해서는 지속적으로 지하시설물 안전관리에 대한 교육을 총괄적으로 수행할 수 있는 현재 서울시 도로관리과 지하안전팀의 역할 강화가 요구된다.

[표 5-7] 지하철시설물 안전교육프로그램(안)

구분	교육내용	교육시간
서울시 지하철시설물 안전 관련 일반사항	<ul style="list-style-type: none"> 지하시설물 재난·안전 관련 일반사항 - 서울시 지하철시설물 및 사고 현황 최근 지하철시설물 주요 재난·사고 현황 	1시간
안전규정 및 관련 법제도 현황	<ul style="list-style-type: none"> 지하시설물 안전규정에 관한 사항 	1시간
지하시설물 안전점검	<ul style="list-style-type: none"> 붕괴·지진으로부터 안전 화재로부터 안전 보강비용 	1시간
재난사고 발생 시 대응방안	<ul style="list-style-type: none"> 위험상황 인지(사전 조짐) 대응방안 	1시간
실습	<ul style="list-style-type: none"> 지하시설물 주요 훈련에 참여 	1시간

3) 서울시 및 지하철시설물 관리기관의 재난대응 매뉴얼 재정비

지하시설물 관리체계 변경에 따라 실제 현장대응 시 가동되는 매뉴얼이 정비되어 변경된 사항이 현장에 적용될 수 있도록 해야 한다. 특히, 지하철시설물 재난대응 조직 및 협업체계 강화 내용을 매뉴얼에 반영하고, 이와 더불어 지하철시설물 안전관리 대비 및 대응체계를 강화하도록 한다.

재난수습부서의 역량 강화 및 지하철시설물 안전관리를 위한 컨트롤타워 역할 강화에서 제시한 바와 같이 재난수습부서의 역할을 보다 명확히 하고, 현 지하안전팀의 역할 확대에 따라 변경된 내용을 매뉴얼에 반영하도록 한다. 또한 지하철시설물 협업체계 개선, 지하철시설물 복합재난 시나리오 구축, 유관기관 합동 훈련·교육 실시에 관한 사항과 안전관리규정에 개정사항 등 또한 매뉴얼에 반영함으로써 서울시 지하철시설물 재난 대응 조직 및 협업체계를 강화하도록 한다.

이에 따라 매뉴얼은 재난수습부서 및 지하안전관리 전담부서의 역할 명시, 안전관리 규정 내용 반영, 시나리오 및 유관기관별 임무마련의 세 가지로 구분하여 정비해야 하며, 각 내용은 [표 5-8]과 같다.

[표 5-8] 관리체계 변경에 따른 매뉴얼 정비(안)

구분	현재	정비(안)
재난수습부서 및	<ul style="list-style-type: none"> 재난 대응 및 관리가 부서별 분산되어 대응체계에 대한 일관성이 미흡하여 부서 간의 재난관리 격차 	<ul style="list-style-type: none"> 재난수습부서의 명확한 역할 및 책임 부여할 수 있도록 현장조치 행동매뉴얼 개선

지하안전관리 전담부서의 역할 명시	<ul style="list-style-type: none"> • 상황실, 재난수습부서, 상황총괄반의 임무·역할 불명확 - 현 재대본 조직체계에서는 상황실, 재난수습부서, 상황총괄반의 임무가 중복되어 상황실과 주관부서의 업무구분이 불명확하거나 상황총괄반 임무가 삭제되어 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • 재대본 운영은 안전총괄과, 재대본 지원은 현 상황대응과, 일상적인 사고는 각 재난수습부서에서 수행할 수 있도록 현장조치 행동매뉴얼 개선 • 일정규모 이상의 지하시설물 안전사고 발생 시 안전총괄실(지하안전팀)에서 재난수습부서의 역할 수행
안전관리규정 내용 반영	<ul style="list-style-type: none"> • 안전관리규정 내용 미반영 	<ul style="list-style-type: none"> • 안전관리규정 내용을 매뉴얼에 반영함으로써 안전관리규정과 매뉴얼의 합일화 - 안전점검 공유체계를 통해 사전에 지하시설물별 정보를 공유하도록 하고, 비상시 긴급조치 시 서울시 협업체계를 마련
시나리오 및 유관기관별 임무 마련	<ul style="list-style-type: none"> • 단일 시설물에 대한 시나리오를 제시함으로써 대규모 및 복합재난 발생 시 유관기관 협업 및 대응 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> • 복합재난 시나리오를 구축하고 반영하고, 이에 따른 유관기관별 대응 임무를 명시

(1) 재난수습부서 및 지하안전관리 전담부서의 역할 명시

현 매뉴얼에서는 재난대응 및 관리가 부서별로 분산되어 있고, 재난수습부서의 대응 단계별 임무가 지하시설물에 따라 상이하는 등 일관성이 미흡하여 이에 따라 부서 간 재난관리의 격차가 발생하였다. 이에 따라 전기, 전기통신, 가스, 열수송 등 민간관리 시설물의 서울시 재난수습부서의 역할을 [표 5-2]와 같이 매뉴얼에 반영하여 재난수습부서의 책임을 증대시키고, 지하시설물 종류에 상관없이 서울시의 재난대응 임무 및 역할의 일관성을 유지할 수 있다.

또한, 현 매뉴얼 상으로는 지하시설물 담당부서인 재난수습부서가 통제관이 되어 주도적인 역할을 수행하도록 되어 있으나, 일정규모 이상의 재난으로 2차 피해가 발생하여 재난안전대책본부가 구성되면 안전총괄실에서 주관하여 통합적으로 관리하도록 정비한다. 이 때 지하시설물 재난수습부서는 상황대처 및 모니터링, 현장수습 및 복구 중심의 업무를 수행하도록 정비하여 지하시설물 안전사고 대응 및 수습을 효과적으로 할 수 있다.

(2) 안전관리규정 내용 반영

「지하안전관리에 관한 특별법」의 제정에 따라 최근 작성된 안전관리규정의 내용은 기존의 매뉴얼과 별개로 작성된 것이다. 그러나 안전관리규정 내 예방 및 대응측면에서

매뉴얼의 내용과 일치화하여 지하시설물 안전관리에서 혼란을 줄이고 효율성을 증대시킬 수 있다. 또한, 각 지하시설물은 관리기관별로 관리되고 있으나 지하시설물 관리기관별 인터뷰를 통해 지하시설물별 관리 운영현황 및 실태 등에 대한 정보공유가 매우 중요한 것을 알 수 있었다.

앞서 지하시설물 관련법에서 제시한 안전관리규정 개선(안)의 내용인 안전점검 결과 공유, 비상시 긴급조치 시 서울시 협업체계에 관한 사항을 매뉴얼에 반영하도록 한다. 안전점검 결과 공유는 예방측면에서 시설물 관리기관별 위험요소 및 지점을 공유함으로써 소관 시설물에 대한 사고 발생을 예방할 수 있다. 비상시 긴급조치 시 서울시 협업체계에 관한 사항은 사고발생 사실 통보 및 내용, 비상연락망, 사고복구 및 계획에 서울시 협업 내용을 추가하는 것이다. 이는 기존에 민간관리 시설물에서 사고 발생 시 서울시를 제외한 중앙정부 및 타 유관기관에 상황을 전파하는 체계에서 서울시를 추가하는 것이다. 이를 통해 대응측면에서 지하시설물 안전관리에 대한 서울시의 책임 및 역할을 부여하고, 지하시설물 안전사고 발생 시 대응 효율성을 향상시킬 수 있다. 상기 내용은 현장조치 행동매뉴얼 중 안전관리조직, 안전점검, 유지관리대책 및 비상시 복구계획에 반영할 수 있다.

(3) 시나리오 및 유관기관별 임무 마련

현재 지하시설물별 매뉴얼에는 단일 시설물에 대한 시나리오만 제시하고 있으며, 2차 피해 혹은 복합재난 관점에서의 시나리오는 부재한 상황이다. 또한, 유관기관과의 협업 및 대응 내용은 정보 공유, 상황 보고, 자원 요청 등 협업에 관한 사항보다는 작성기관 중심의 요청사항 정도의 내용으로 제시되어 있다. 이러한 매뉴얼을 통해서서는 KT 화재사고와 같은 대규모 지하시설물 안전사고 발생 시 정보공유 및 협업 미흡의 시사점이 재발생할 가능성이 있다.

이에 따라 안전사고의 효율적 대응을 위해 지하시설물 복합재난 시나리오를 구축하고, 이를 기반으로 유관기관의 합동훈련 및 교육을 실시해야 한다. 합동훈련을 통해 각 기관별 임무와 협업사항을 명확히 하고, 주기적인 훈련을 통해 체득함으로써 실제 안전사고 발생 시 신속하고 정확하게 대응할 수 있다. 시나리오와 훈련을 통해 구축된 유관기관별 임무 및 협업사항은 기관별 현장조치 행동매뉴얼에 반영되어 실효성을 확보해야 한다.

4_서울시 지하시설물관리 행정조직 강화방안

1) 안전관리 민관 실무 협의체 강화

기존의 지하시설물 안전관리 협의체의 협력기관 및 기능을 확대함으로써 협의체의 실효성과 기동성을 향상시켜 민·관 안전관리 협력체계를 강화하는 것이다.

지하시설물 안전관리 협의체는 민·관 안전관리 협력체계 구축을 통해 지하안전관리 역량과 대응력 강화를 위한 것으로 서울시 유관부서와 타 기관으로 구성되어 있다. 서울시의 위원으로는 행정2부시장을 위원장으로 안전총괄실, 도시교통실, 기후환경본부, 물순환안전국, 소방재난본부, 상수도사업본부, 도시기반시설본부의 6개의 실·국 본부장이다. 타 기관의 위원으로는 (주)KT, 한국전력공사, 한국가스공사, 한국지역난방공사, 한국수자원공사, 전기안전공사, 가스안전공사 등 기관의 장이다.

그러나 SKT, LGU+, 서울도시가스 등의 민간기업과 재난대응의 유관기관인 군·경이 현 지하시설물 안전관리 협의체에 포함되지 않아 이러한 기관을 협의체에 추가할 필요가 있다. 또한, 현재는 관리기관의 장이 위원이 되어 활동을 하지만 관리기관의 장 외 실무진 협의체 구성을 통해 실무자 중심의 실질적인 협의가 이루어질 필요가 있다. 실무진 협의체를 통해 합동조사·점검·정비 등과 민관 합동훈련 및 교육을 수행하고, 안전관리규정 및 현장조치 행동매뉴얼의 개선 등 지하시설물 안전관리 전반에 대한 협의가 주기적으로 이루어져야 한다. 이로써 안전관리의 실효성 및 현장 기동성을 제고할 수 있다.

2) 지하시설물 안전관리를 위한 조직개선

서울시는 「지하안전관리에 관한 특별법」 시행 이후 이를 운영하기 위하여 도로관리과 지하안전팀을 신설한 바 있다. 지하안전팀의 주요 업무는 「지하안전관리에 관한 특별법」에서 명시하고 있는 지하안전관리 기본계획, 공동조사 협력체계, 지하안전영향평가, 지하시설물 안전관리규정, 도로함몰 사고원인조사 등의 업무를 수행하고 있으나 광범위한 업무범위에 비하여 인력과 예산이 매우 부족한 상황이다.

서울시는 지반함몰 이외에도 화재, 폭발 등 다양한 지하시설물 안전관리가 요구되고 있기 때문에 지하시설물 업무의 확충과 더불어 이를 지원할 수 있는 조직의 정비가 매우 필요하다.

지하시설물 안전관리는 서울시의 컨트롤타워 역할 수행이 매우 중요한데, 그 핵심은 다양한 지하시설물 관리기관과의 유기적인 연계를 위한 협의체 운영이며 이를 통하여 유관기관과의 훈련, 점검 등을 추진하여야 한다. 컨트롤타워 역할은 지하시설물 안전 사고와 관련된 모든 것을 수행하여 사고발생 시 관련부서 및 유관기관에 상황정보를 빠르게 전파시키고 효과적으로 대응할 수 있는 업무프로세스를 구축하여야 한다. 또한, 현장조치 행동매뉴얼을 개선하여 시설물별 통제관, 관리 책임자 지정과 비상연락망 구축 필요하다. 훈련과 점검은 개별시설물 관리자에 맡기지 말고 서울시가 주관 이 되어 유관기관과의 협력을 통하여 같이 수행하는 것이 중요하다. 따라서 기존 지하 안전팀의 역할을 과단위로 확대하는 것이 필요하며, 이를 위해서 지하안전과의 신설을 적극 고려하여야 한다. 지하안전과는 총괄팀, 협력팀, 평가팀, 점검팀, 정보팀의 구성이 필요하며 관련 업무는 [표 5-9]와 같다.

[표 5-9] 서울시 지하안전과 팀별 업무 분장(안)

구분	내용
총괄팀	지하안전기본계획 수립, 조례 등 제도개선, 지하안전자문단 운영 등
협력팀	공동조사 협력체계 구축운영, 지하시설물 안전관리 협의체 운영, 지하시설물 안전관리 합동 훈련, 지반침하 위기대응 매뉴얼 수립
평가팀	지하안전영향평가 관련 업무, 지하시설물 굴착공사장 안전관리계획 수립
점검팀	지하시설물 안전관리 실태점검단 운영, 사고자사 위원회 운영
정보팀	지하시설물 통합정보분석시스템 구축 운영, 지하안전관련 신기술 개발

참고문헌

「지하안전관리에 관한 특별법」

「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」

「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」

「수도법」

「하수도법」

「전기통신사업법」

「도시가스사업법」

「집단에너지사업법」

서울특별시 상수도사업본부, '대형 상수도 누수 현장조치 행동매뉴얼'

서울특별시 녹색에너지과, '도시가스 수급분야 현장조치 행동매뉴얼'

서울특별시 정보통신보안담당관, '정보통신분야 현장조치 행동매뉴얼'

서울특별시 녹색에너지과, '전력분야 현장조치 행동매뉴얼'

서울특별시 도로시설과, '공동구사고 현장조치 행동매뉴얼'

서울에너지공사, '재난안전관리 매뉴얼'

한국가스안전공사, 가스사고연감자료(2014-2018)

서울특별시 상수도사업본부, 상수도 누수방지 계획(2015-2020)

서대문소방서, 2018, '서대문구 KT아현빌딩 소방활동검토회의 결과보고서'

서대문구 긴급구조대응활동 평가단, '2018, 긴급구조대응활동 종합평가보고서'

행정안전부, 2011, 「대규모 복합재난대비 체계적인 훈련방안 연구」

서울특별시, 2016, 「서울시 재난대응계획 수립 및 재난대응 표준행동절차서 개발연구」

Danny Moloshok, "UCLA floods", REUTERS, 2014.8.29.
 (<https://www.reuters.com/news/picture/ucla-floods-idUSRTR40KW0>)

나무위키, 과달라하라 가스 폭발 사고
 (<https://namu.wiki/w/과달라하라%20가스%20폭발%20사고>)

AP, Extensive blackout in Tokyo hits trains, government offices, 2016.10.12.
 (<https://apnews.com/28a315fbd3b24ea584128ea84ca8efbe>)

FirefighterCloseCalls.com 홈페이지
 (<https://www.firefighterclosecalls.com/he-was-a-phone-company-guy-45-years-later-the-destruction-death-from-the-ny-phone-company-fire-the-fdny-firefighters-it-killed-affected-videos-links-reports/>)

共同通信, '世田谷ケーブル火災の1984年、銀行業務停止やMacintosh発売', 2018.10.17.
 (<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00215/101000015/>)

Yemisi Dada, 'Pipeline explosion hits Lagos', 2020.3.15.
 (<https://www.radionigeria.gov.ng/2020/03/15/pipeline-explosion-hits-lagos/>)

Matthew Strong, 'Prison sentences of 4 years and more for deadly gas blasts in Taiwan's Kaohsiung', 2018.05.11., (<https://www.taiwannews.com.tw/en/news/3428153>)



부록 1_지하시설물 현장조치 행동매뉴얼

1) 공동구 사고

[표 1] 공동구 사고 재난대응 프로세스에 따른 기관별 역할

구분		징후감지	초기대응	비상대응	수습·복구
초기 대응부서 도로시설과	상황실	<ul style="list-style-type: none"> 징후접수 및 파악 징후전파 및 보고 - 공동구 관리소 	<ul style="list-style-type: none"> 상황접수 및 파악 상황전파 및 보고 재난상황실 가동 	<ul style="list-style-type: none"> 재난상황실 가동 지역재난안전대책 본부 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 재난상황실 가동
	주관부서 도로시설과	<ul style="list-style-type: none"> 징후 대응 	<ul style="list-style-type: none"> 현장출동 및 초기대응 조치 	<ul style="list-style-type: none"> 재난현장 통합지원본부 가동 	<ul style="list-style-type: none"> 재난 및 사고복구
KT (공동구 관할)			<ul style="list-style-type: none"> 2차 피해확산방지 조치 및 긴급복구 지원 주변지역 원활한 통신소통 확보 	<ul style="list-style-type: none"> 피해 통신시설 긴급소통대책 시행 	<ul style="list-style-type: none"> 피해 통신시설 복구 시행
한전 (공동구 관할)			<ul style="list-style-type: none"> 붕괴로 인한 전기설비 피해규모 확인(고압, 저압 공급설비 등) 전원분리시행 (현장출동반) 본부, 본사, 산자부 상황전파 및 보고 	<ul style="list-style-type: none"> 원격개폐기 조작으로 전원분리 설비피해 상태 확인 직원(배전운영실) 및 협력사 인원, 장비 등 지원 비상발전차 지원 비상상황실 구성 : 현장상황보고 및 복구지원 등 피해 전기시설에 대한 응급복구 	<ul style="list-style-type: none"> 사고 합동조사반 운영 및 복구 시행 전기 시설 피해 복구 붕괴건물 주변지역 안전점검 및 안정적 전기 공급

구분	징후감지	초기대응	비상대응	수습·복구
한국전기 안전공사 (서울지사)		<ul style="list-style-type: none"> 전기피해시설의 긴급복구 이재민 수용시설에 대한 전기안전점검 	<ul style="list-style-type: none"> 이재민 임시주거지 및 통합지원본부 전기공급 피해 전기시설에 대한 응급복구 	<ul style="list-style-type: none"> 전기 시설 피해 복구 붕괴건물 주변지역 안전점검 및 안정적 전기 공급 사고 합동조사반 운영 협조/지원
한국가스 안전공사		<ul style="list-style-type: none"> 사고 현장 가스차단 조치 주변지역 우회공급 방안 대책수립 가스사고 대응조직 설치가동 및 전문가 지원 	<ul style="list-style-type: none"> 건물붕괴 주변지역 가스 우회공급 방안 시행 피해 가스공급 시설 응급복구 	<ul style="list-style-type: none"> 피해 가스공급 시설 복구 붕괴건물 주변지역 안전점검 및 안정적 가스 공급 사고 합동조사반 운영 협조/지원
도시가스		<ul style="list-style-type: none"> 긴급조치 및 진행상황 보고 다중밀집시설 밸브차단 및 우회공급방안 대책 수립 	<ul style="list-style-type: none"> 추가붕괴 가능 지역에 대한 밸브 차단 가스공급 중단 홍보 	<ul style="list-style-type: none"> 복구반 복구 시행 및 우회공급 작업 시행 건물붕괴 주변지역 안전점검 사고 합동조사반 운영 협조/지원
수도사업소 (공동구 관할)			<ul style="list-style-type: none"> 피해 수도공급 시설에 대한 응급복구 이재민 임시주거지 식용수 공급 	<ul style="list-style-type: none"> 붕괴건물 주변지역 안정적 수도공급 피해 수도공급 시설 복구

2) 정보통신마비

[표 2] 정보통신마비 재난대응 프로세스에 따른 기관별 역할

구분	재난대비	초기대응	비상대응	수습·복구	
초기대응부서	상황실	<ul style="list-style-type: none"> 재난대비 업무 수행 재난종합상황실 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 재난상황실 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 재난상황실 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 재난상황실 운영
	주관부서 정보통신망안전관리관	<ul style="list-style-type: none"> 재난대비 업무 수행 재난안전대책본부 협업기능별 담당자 업무 숙지 초고속망운영센터 	<ul style="list-style-type: none"> 상황접수 상황보고 및 전파 초기상황 확인 및 대응조치 	<ul style="list-style-type: none"> 지역재난안전대책본부 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 재난 및 사고복구

구분	재난대비	초기대응	비상대응	수습·복구
	운영 및 장애 대비 정보통신망 점검 ▪ 유관기관 및 민간단체 등 비상 연락망 점검 등			
정보기획관	▪ 재난대비 업무 수행	▪ 비상대응 준비	▪ 지역재난안전대책본부 운영 ▪ 상황 및 조치사항 보고 ▪ 피해자 지원 및 복구범위 검토/보고 ▪ 주요인사 상황실 방문시 재난대응상황 브리핑	▪ 시장, 부시장 재난현장 방문 시 수행 ▪ 복구 등 수습상황 점검 ▪ 부족자원 등 파악·지원
KT (공동구 관할)	▪ 재난대비 업무 수행	▪ 2차 피해확산방지 조치 및 긴급복구 지원 ▪ 주변지역 원활한 통신소통 확보	▪ 피해 통신시설 긴급소통대책 시행	▪ 피해 통신시설 복구 시행
한전 (공동구 관할)	▪ 재난대비 업무 수행	▪ 붕괴로 인한 전기설비 피해규모 확인(고압, 저압 공급설비 등) ▪ 전원분리시행 (현장출동반) ▪ 본부, 본사, 산자부 상황전파 및 보고	▪ 원격개폐기 조작으로 전원분리 (배전센터) 설비 피해 상태 확인 ▪ 직원(배전운영실) 및 협력사 인원, 장비 등 지원 ▪ 비상발전차 지원 ▪ 비상상황실 구성 : 현장상황보고 및 복구지원 등 ▪ 피해 전기시설에 대한 응급복구	▪ 사고 합동조사반 운영 및 복구 시행 ▪ 전기 시설 피해 복구 ▪ 붕괴건물 주변지역 안전점검 및 안정적 전기 공급
한국전기 안전공사 (서울지사)	▪ 재난대비 업무 수행	▪ 전기피해시설의 긴급복구	▪ 통합지원본부 전기공급 ▪ 피해 전기시설에 대한 응급복구	▪ 재난현장 주변지역 안전점검 및 안정적 전기 공급
수도사업소 (공동구 관할)			▪ 피해 수도공급 시설 응급복구 ▪ 이재민 임시주거지 식용수 공급	▪ 붕괴건물 주변지역 안정적 수도공급 ▪ 피해 수도공급 시설 복구

3) 전력분야

[표 3] 전력분야 재난대응 프로세스에 따른 기관별 역할

구분		재난대비	초기대응	비상대응	수습·복구
초기 대응 부서	상황실	<ul style="list-style-type: none"> 징후접수 및 파악 징후전파 및 보고 	<ul style="list-style-type: none"> 상황접수 및 파악 상황전파 및 보고 재난상황실 가동 	<ul style="list-style-type: none"> 재난상황실 가동 지역재난안전 대책본부 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 재난상황실 가동
	녹색 에너 지과 주관 부서	<ul style="list-style-type: none"> 징후 대응 	<ul style="list-style-type: none"> 현장출동 및 초기대응 조치 	<ul style="list-style-type: none"> 재난현장 통합지원본부 가동 	<ul style="list-style-type: none"> 재난 및 사고복구
기후환경본부 부장		<ul style="list-style-type: none"> 재난대비 업무 수행 	<ul style="list-style-type: none"> 비상대응 준비 	<ul style="list-style-type: none"> 지역재난안전 대책본부 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 수습·복구 지원
KT (광화문 지사)		<ul style="list-style-type: none"> 재난대비 업무 수행 	<ul style="list-style-type: none"> 재난 방송 지원 및 통신시설 안전관리 긴급복구 인력 및 장비 지원 등 비상출동태세 점검·정비 2차 피해확산방지 조치 및 긴급복구 지원 주변지역 원활한 통신소통 확보 	<ul style="list-style-type: none"> 피해 통신시설 긴급소통대책 시행 	<ul style="list-style-type: none"> 피해 통신시설 복구 시행
한전 (남/서울 본부)			<ul style="list-style-type: none"> 긴급복구 인력 및 장비지원 등 비상출동태세 점검·정비 전기설비 정전 피해 규모 확인(고압, 저압 공급 설비 등) 본부, 본사, 산자부 상황전파 및 보고 	<ul style="list-style-type: none"> 전력설비 피해 상태 확인 정전구역 최소화 및 복구 시행 직원 및 협력사 인원 장비 등 지원 비상발전차 지원: 비상전원 공급 비상상황실 구성: 현장상황보고 및 복구지원 등 피해 전기시설에 대한 응급복구 	<ul style="list-style-type: none"> 사고 합동조사반 운영 및 복구 시행 안전점검 및 안정적 전기 공급
한국전기 안전공사 (서울지사)			<ul style="list-style-type: none"> 전기피해시설의 안전점검 이재민 수용시설에 대한 전기안전점검 	<ul style="list-style-type: none"> 이재민 임시주거지 및 통합지원본부 전기공급 피해 전기시설에 대한 응급복구 	<ul style="list-style-type: none"> 전기 시설 안전 점검 사고 합동조사반 운영 협조/지원

구분	재난대비	초기대응	비상대응	수습·복구
상수도 사업본부		<ul style="list-style-type: none"> 긴급복구 인력 및 장비지원 등 비상출동태세 점검·정비 	<ul style="list-style-type: none"> 상수도공급 시설에 대한 응급복구, 점검 이재민 임시주거지 식용수 공급 	<ul style="list-style-type: none"> 안정적 수도공급 피해 수도공급 시설 복구

4) 도시가스 수급

[표 4] 도시가스 수급 재난대응 프로세스에 따른 기관별 역할

구분	징후감지	초기대응	비상대응	수습·복구	
초기대응부서	상황실	<ul style="list-style-type: none"> 징후접수 및 파악 징후전파 및 보고 	<ul style="list-style-type: none"> 상황접수 및 파악 상황전파 및 보고 재난상황실 가동 	<ul style="list-style-type: none"> 지역재난안전 대책본부 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 재난상황실 가동
	예방과 / 녹색에너지과 주관부서	<ul style="list-style-type: none"> 징후 대응 	<ul style="list-style-type: none"> 현장출동 및 초기대응 조치 	<ul style="list-style-type: none"> 재난현장 통합지원본부 가동 	<ul style="list-style-type: none"> 재난 및 사고복구
기후환경본부장 (가스사고 대응: 소방재난본부장)	<ul style="list-style-type: none"> 상황실 및 유관부서 대응태세 점검 재난상황실 운영 징후확인 및 재난대응부서 긴급조치 지시 재난대응부서 및 소관부서 비상 근무태세 확립 	<ul style="list-style-type: none"> 비상대응 준비 	<ul style="list-style-type: none"> 지역재난안전 대책본부 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 수습·복구 지원 	
KT (수도권 강북본부)		<ul style="list-style-type: none"> 재난 방송 지원 및 통신시설 안전관리 긴급복구 인력 및 장비 지원 등 비상출동태세 점검·정비 2차 피해확산 방지 조치 및 긴급복구 지원 주변지역 원활한 통신소통 확보 	<ul style="list-style-type: none"> 피해 통신시설 긴급소통대책 시행 	<ul style="list-style-type: none"> 피해 통신시설 복구 시행 	

구분	징후감지	초기대응	비상대응	수습·복구
한전 (서울지역 본부)	<ul style="list-style-type: none"> 가스공사 서울지역본부 통제소에서 주·야간 위기상황 감시 및 접수 	<ul style="list-style-type: none"> 긴급복구 인력 및 장비지원 등 비상출동태세 점검·정비 가스설비 피해 규모 확인 본사, 산자부 상황전파 및 보고 	<ul style="list-style-type: none"> 가스설비 피해 상태 확인 가스공급지역 최소화 및 복구 시행 직원) 및 협력사 인원, 장비 등 지원 비상상황실 구성 : 현장상황보고 및 복구지원 등 피해 가스시설에 대한 응급복구 우선순위에 다른 수요처 가스공급 제한 실시 	<ul style="list-style-type: none"> 사고 합동조사반 운영 및 복구 시행 천연가스 공급제한 해제(가스공급 재개) 및 복구현황 등 보고 안전점검 및 안정적 가스 공급 도시가스 요금감면 정산처리(도시가 스사에서 피해자 정보수령)
도시가스 공급사	<ul style="list-style-type: none"> 서울지역 5개 도시가스사 상황실에서 주·야간 위기상황 감시 및 접수 	<ul style="list-style-type: none"> 긴급복구 인력 및 장비지원 등 비상출동태세 점검·정비 한국가스안전공사와 현장 조치, 복구 가스설비 피해 규모 확인 서울시청 및 25개 자치구 상황전파 및 보고 	<ul style="list-style-type: none"> 가스설비 피해 상태 확인 가스공급지역 최소화 및 복구시행 직원 및 협력사 인원, 장비 등 지원 비상상황실 구성 : 현장상황보고 및 복구지원 등 피해 가스시설에 대한 응급복구 우선순위에 따른 가스사용제한 실시 	<ul style="list-style-type: none"> 사고 합동조사반 운영 및 복구 시행 가스공급 재개 및 복구현황 등 보고 안전점검 및 안정적 가스 공급 특별재난지역 주택 피해자 확인 및 피해자 요금할인
한국전기 안전공사	<ul style="list-style-type: none"> 상황실에서 주·야간 위기상황 감시 및 접수 	<ul style="list-style-type: none"> 가스피해시설의 안전점검 이재민 수용시설에 대한 가스안전점검 	<ul style="list-style-type: none"> 이재민 임시주거지 및 통합지원본부 전기공급 피해 전기시설에 대한 응급복구 	<ul style="list-style-type: none"> 전기 시설 안전 점검 사고 합동조사반 운영 협조/지원

5) 상수도 누수

[표 5] 상수도 누수 재난대응 프로세스에 따른 기관별 역할

구분	징후감지	초기대응	비상대응	수습·복구	
초기대응부서	상황실	<ul style="list-style-type: none"> 재난대비 업무 수행 재난종합상황실 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 상황접수 및 파악 상황전파 및 보고 재난상황실 가동 	<ul style="list-style-type: none"> 지역재난안전대책본부 운영 재난현장버스 출동 	<ul style="list-style-type: none"> 재난상황실 가동
	주관부서 누수방지과	<ul style="list-style-type: none"> 재난대비 업무 수행 재난안전대책본부 13개 협업기능별 담당자 업무 숙지 누수 발생 대비 예경보 시스템 점검 유관기관 및 민간단체 등 비상 연락망 점검 등 	<ul style="list-style-type: none"> 현장출동 및 초기대응 조치 	<ul style="list-style-type: none"> 재난현장 통합지원본부 가동 	<ul style="list-style-type: none"> 재난 및 사고복구
상수도 사업본부장	<ul style="list-style-type: none"> 재난대비 업무 수행 	<ul style="list-style-type: none"> 상황실 및 유관부서 대응태세 확립 (13개 협업기능별 담당부서) 지역재난안전대책본부 운영 필요사항 확인(설치장소, 근무반별 임무, 근무인원 등) 서울시 응원요청 판단 상황판단회의 개최 	<ul style="list-style-type: none"> 시장·부시장 보좌, 지역재난안전대책본부 운영 상황 및 조치사항 점검 및 보고 복구 지원 대상 및 범위 보고 VIP 상황실 방문 시 재난대처상황 브리핑 (보고: 상황실장) 	<ul style="list-style-type: none"> 시장, 부시장 재난현장 방문 시 수행 복구 등 수습상황 점검 긴급급수지원 등 점검,지원 부족자원 등 파악·지원 누수사고대응 문제점 분석 및 대책 강구 	
KT (서울지역 본부)	<ul style="list-style-type: none"> 재난대비 업무 수행 	<ul style="list-style-type: none"> 2차 피해확산방지 조치 및 긴급복구 지원 주변지역 원활한 통신소통 확보 	<ul style="list-style-type: none"> 피해 통신시설 긴급소통대책 시행 	<ul style="list-style-type: none"> 피해 통신시설 복구 시행 	
한전 (서울지역 본부)	<ul style="list-style-type: none"> 가스공사 서울지역본부 통제소에서 주·야간 위기상황 감시 및 접수 	<ul style="list-style-type: none"> 붕괴로 인한 전기설비 피해규모 확인(고압, 저압 공급설비 등) 전원분리시행 (현장출동반) 본부, 본사, 산자부 상황전파 	<ul style="list-style-type: none"> 원격개폐기 조작으로 전원분리(배전센터) 설비피해 상태 확인 직원(배전운영실) 및 협력사 인원, 장비 등 지원 	<ul style="list-style-type: none"> 사고 합동조사반 운영 및 복구 시행 전기 시설 피해 복구 재난현장 및 주변지역 안전점검 및 안정적 전기 	

구분	징후감지	초기대응	비상대응	수습·복구
한전 (서울지역 본부)		및 보고	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 비상발전차 지원: 비상전원 공급 ▪ 비상상황실 구성: 현장상황보고 및 복구지원 등 ▪ 피해 전기시설에 대한 응급복구 	공급
한국전기 안전공사	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 재난대비 업무 수행 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 가스피해시설의 안전점검 ▪ 이재민 수용시설에 대한 가스안전점검 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 건물붕괴 주변지역 가스 우회공급 방안 시행 ▪ 피해 전기시설에 대한 응급복구 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 피해 가스공급 시설 복구 ▪ 붕괴건물 주변지역 안전점검 및 안정적 가스 공급 ▪ 사고 합동조사반 운영 협조/지원
한국가스 안전공사	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 재난대비 업무 수행 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 사고 현장 가스차단 조치 ▪ 주변지역 우회공급 방안 대책수립 ▪ 가스사고 대응조직 설치가동 및 전문가 지원 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 건물붕괴 주변지역 가스 우회공급 방안 시행 ▪ 피해 가스공급 시설 응급복구 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 피해 가스공급 시설 복구 ▪ 붕괴건물 주변지역 안전점검 및 안정적 가스 공급 ▪ 사고 합동조사반 운영 협조/지원
서울지역 도시가스	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 재난대비 업무 수행 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 긴급조치 및 진행상황 보고 ▪ 다중밀집시설 밸브 차단 및 우회공급방안 대책 수립 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 추가붕괴 가능 지역에 대한 밸브 차단 ▪ 가스공급 중단 홍보 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 복구반 복구 시행 및 우회공급 작업 시행 ▪ 재난현장 및 주변지역 안전점검 ▪ 사고 합동조사반 운영 협조/지원

부록 2_국의 지하시설물 사고 사례

1) UCLA 상수도관 파열 사고

7월 29일 오후 3시 30분, UCLA 캠퍼스 북쪽 방면 메리마운트 플레이스 인근 선셋 블루버드에서 지하의 수도관이 파열되면서 엄청난 양의 물이 도로에 흘러넘쳤다. 소방대원들과 LA시 수도전력국DWP 직원들이 피해 복구 작업 진행하면서 약 3시간 반 만에 물 공급 차단하였다. 원인은 93년 된 수도관의 노후화로 인해 1956년 새 수도관을 연결한 부분이 터진 것으로 추정된다.

이로 인해 대로에 지름 3m의 구멍이 생겼고 37만9천 톤의 물이 지상으로 흐르게 되었다. UCLA 캠퍼스 내 옥상트랙과 필드경기장에도 물이 흘러들었고 온갖 진흙과 쓰레기가 도로로 쓸려 내려오면서 주차장이 폐쇄되었다.

이 사고를 통해 미국 내 대부분의 식수용 상수도관이 1900년대 전반에 설치되었다는 문제점을 발견했다. 당시 미국은 수도관의 노후로 인해 연간 24만 건 이상의 상수도관 파열이 일어나고 있었다. 이에 따라 도시의 낮은 물 공급 지하시설물을 교체하고 사고 직후에 이를 빨리 파악하여 대응할 수 있는 시스템을 마련할 필요성이 제기되었다.



출처: Danny Moloshok, "UCLA floods", REUTERS, 2014.8.29.
(<https://www.reuters.com/news/picture/ucla-floods-idUSRTR40KW0>)

[그림 1] UCLA 상수도관 파열

2) 멕시코 과달라하라시 배관파손사고

1992년 4월 22일 오전 10시, 멕시코 수도에서 서북쪽에 위치한 과달라하라시의 동남부지역에서 하수도로 유입된 기름이 인화하여 폭발이 발생했다. 폭발은 하수도를 따라 이어지며 도로와 지반, 건물들을 무너뜨렸는데 사고지점으로부터 반경 8km의 지역에 약 4시간 동안 10여건의 폭발이 발생했다.

사고의 원인은 정유 공장이 지하에 통하면서 강철 송유관에 새로 설치된 아연 도금이 구리 수관으로 연결되어 습도로 인해 부식을 일으켜 구멍 뚫린 송유관에서 대량의 기름이 유출되어 하수도로 유입된 것이 발단이었다. 도로에서 옆질러져 하수도에 흘러들어 간 수천 갤런의 휘발유에 의해 하수구의 구조물에 기화한 가솔린이 쌓이면서 이로 인해 인화되어 폭발 사고가 발생했다.

결과적으로 15,000의 주택과 수 km의 도로가 파손 및 함몰되었다. 도로를 주행하던 트럭·버스 및 승용차들이 전복되거나 구멍 속으로 떨어졌고 하수관들은 찢겨져 총 피해액은 1조 달러 추정된다. 이외에도 총 208명의 사망자와 1,440명의 부상자, 1만 5천여 명의 이재민이 발생하였다.

이 사고를 통해 당국이 사고발생 전에 가스 유출로 인한 신고를 통해 하수도 내 가스 밀도상태가 위험하다는 사실을 미리 감지했음에도 불구하고 철저한 예방조치를 하지 않은 데에 문제점을 시사하였다.



출처: 나무위키, 과달라하라 가스 폭발 사고
(<https://namu.wiki/w/과달라하라%20가스%20폭발%20사고>)

[그림 2] 멕시코 과달라하라시 배관파손으로 인한 도로의 함몰

3) 도쿄 지하 송전시설 화재

2016년 10월 12일 오후 2시 49분, 일본 도쿄도 사이타마현 니자시 니자변전소 지하 송전시설에서 화재가 발생하였다. 송전 케이블에서 발생한 화재로 도쿄 지역으로의 송전이 중단되면서 대규모 정전을 초래하였고 약 1시간 40분 후 11개 구에 대한 전기 공급이 대부분 재개되었다.

사고원인으로는 네리마변전소와 도시마변전소에 전기를 공급하는 송전케이블의 노후화로 절연체가 파괴되면서 기름이 밖으로 흘러나와 지하 터널에 화재가 발생한 것이다. 이로 인해 도쿄의 주택가 건물 및 일부 관공서 58만 채가 정전되었고 많은 열차가 운행을 한 때 중단하였다. 거리에는 신호등이 꺼져 경찰들이 수신호로 퇴근길 교통을 유도하고 엘리베이터에 갇혔다는 신고가 여러 건 접수되었으며 약 1시간 동안 화재 진압 및 정전 지역 복구에 힘썼다.

해당 송전선은 35년 전 부설된 이후 보수·교환이 이뤄지지 않은 것으로 드러났으며 1년에 한 번 육안으로 케이블 검사를 진행하는 것으로 밝혀졌다.

이러한 송전설비의 노후화에 대비하여 일본의 전력 중앙 연구소는 노후 송전선 검사를 로봇과 AI로 간소화하는 새로운 기술을 개발했다. 송전선 위를 이동하는 로봇으로 송전선의 모습을 촬영하고 영상은 자체적으로 개발한 AI로 확인한다. 이상 발견 시 체계 조정이나 적절한 보수를 시행하여 송전설비의 갱신빈도를 줄여나갈 계획이다.



출처: AP, Extensive blackout in Tokyo hits trains, government offices, 2016.10.12. (<https://apnews.com/28a315fbd3b24ea584128ea84ca8efbe>)

[그림 3] 도쿄 지하 송전시설의 화재

4) 뉴욕 맨해튼 전화국 화재

1975년 2월 27일 오전 12시 분 경, 뉴욕 맨해튼 뉴욕전화국 회사의 지하 케이블에 화재가 발생했다. 케이블을 따라 수직으로 일어난 불길은 전화국 내까지 번져서 청사가 전소되었고 화재로 인한 연기가 주민들에게 영향을 끼쳤다. 이 화재는 약 19시간 이상 지속되어 오후 5시 경 완전히 진압되었다.

사고의 원인은 통신 단독구 지하그룹케이블에서 최초 발화하였으며 정확한 화재원인이 규명되지 않았다. 이로 인해 뉴욕전화국 회사 내 105,000개의 서비스 전선을 통해 연결된 175,000명의 고객과 3개의 병원, 3개의 경찰서, 2개의 대학교 및 ConEdison의 주요 본부가 포함된 맨해튼의 300개 구역으로의 전화 서비스가 중단되었으며 이에 대한 복구는 23일 만에 완료되었다. 인명피해로는 소방관 230명이 유독성 가스에 중독되어 이로 인해 많은 암 환자가 발생한 것으로 알려졌다.

뉴욕전화국 내 지하 및 지상의 장비는 화재가 발생했을 때 PVC 피복 케이블과 연결되어 있었다. 이 케이블이 연소되면서 염산, 벤젠 및 염화 비닐을 방출했으며 축적된 가스는 건물 밖으로 강력한 폭발을 일으켰다. 화재는 지하실 케이블 보관소의 장비에서 불꽃이 발생하여 모든 바닥에 연결된 근처 케이블의 플라스틱 절연체를 점화시켰다. 이 사건은 화재 안전 및 건축 법규에 영향을 끼쳤는데 ‘공조 및 환기 시스템의 설치 표준’은 1937년부터 케이블 등급제한이 완화되었지만 1975년에 국가 전기 법규 규제가 다시 강화되었다.



출처: FirefighterCloseCalls.com 홈페이지
(<https://www.firefighterclosecalls.com/he-was-a-phone-company-guy-45-years-later-the-destruction-death-from-the-ny-phone-company-fire-the-fdny-firefighters-it-killed-affected-videos-links-reports/>)

[그림 5] 뉴욕 맨해튼 전화국의 화재

5) 도쿄 세타가야국 케이블화재

1984년 11월 16일 오전 11시 50분 경, 도쿄도 세타가야국 다이시도 4가의 일본전신 전화공사에서 화재가 발생하였다. 이는 약 17시간 가까이 연소하여 일부 은행의 온라인망이 고장나 은행업무에 큰 지장을 가져왔다. 당시, 통신완전복구선언을 내기까지 장장 9일이 걸렸고, 약 1조 5천억 원의 피해가 발생하였다. 사고원인은 지하통신구에서 전화 회선 증설 공사의 보수작업 도중 불꽃이 케이블 피복과 깔개로 사용하던 형철에 인화한 것이 원인으로 보인다. 이로 인한 화재로 케이블 장애가 발생한 회선 접속 개소는 130만 곳으로 이때 복구공사에 나선 작업원은 2만 3천 명, 직접 공사 경비 3억 3,500만 엔, 기동대원 300명, 경찰차 28대, 소방차 51대, 소식정보원 400 명이 동원되었다. 또한 지역 내 곳곳에 임시공중전화가 배치되었다.

이 사고를 통해 공동구의 설계 및 제도적인 문제, 방화시설의 문제, 화재확산현상 등 화재 및 위험을 분석하여 화재예방활동의 필요성이 제기되었다. 또, 당시 일본에서는 지하공동구에 수용시설물별 관리에 필요한 감지시설을 규격대로 갖추지 못하고 있는 실정이었는데, 이 사고 후 지하통신구 300km 전 구간에 통신구 집중 감시 장치를 설치했다.



출처: 共同通信, '世田谷ケーブル火災の1984年、銀行業務停止やMacintosh発売', 2018.10.17. (<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00215/101000015/>)

[그림 6] 도쿄 세타가야국 통신케이블 화재

6) 뉴멕시코 칼스배드 사고

2000년 8월19일 오전 5시 26분, 미국 뉴멕시코 주에서는 지하에 매설된 천연가스배관 폭발에 따른 화재가 발생했다. 폭발 직후 가스 밸브를 잠그고 모든 압축기 장치를 차단하는 작업을 하였지만 인근에 위치한 트럭에 불이 붙으면서 화재가 커지게 되었다. 이후 몇 차례 더 밸브를 잠가 배관의 흐름이 유입되는 것을 막도록 하여 화재를 완전히 진화할 수 있었다. 그러나 이로 인해 어린이 5명을 포함한 10명이 사망하였다. 이들은 사고지역 183~274m 내에 야영을 하고 있던 중이었다. 이번 폭발사고로 현장에는 길이 86피트(26m), 폭 46피트(14m) 그리고 깊이 20피트(6m)의 큰 분화구가 생겼다.

이 사고를 통해 사고 지역 근처의 배관의 심각한 내부 부식이 배관 두께의 기준 미달로 인한 것이라는 문제점을 발견했다. 또한 배관 내부 부식 제어 프로그램이 부식을 제대로 감지하지 못하였다. 따라서 배관은 습도를 낮게 유지하고, 습기 제거 기능을 갖추어야 하며, 잠재적으로 부식 모니터링 장치를 통해 내부 부식을 완화할 수 있도록 설계하고 연방규정 역시 개정해야 할 필요성이 제기되었다. 또한 사고에 따른 최대 피해를 고려하여 이격거리를 기준으로 한 규제를 도입하는 한편, 이격거리를 유지하게 하고 주변 토지이용을 제한할 필요가 있다.



출처: Yemisi Dada, 'Pipeline explosion hits Lagos', 2020.3.15.
(<https://www.radionigeria.gov.ng/2020/03/15/pipeline-explosion-hits-lagos/>)

[그림 8] 뉴멕시코 칼스배드 배관의 화재

7) 대만 가오슝시 가스폭발 사고

2014년 7월 31일 오후 8시 46분, 대만 가오슝 소방당국에 가스 누출 신고가 접수된 지 3시간여 뒤 가스폭발이 발생하였다. 사고로 인해 사망 26명, 실종 2명, 부상 285명의 인명피해가 발생하였다. 사고 원인은 지하 관로의 압력이 급격히 떨어졌음에도 불구하고 가스 공급업체가 공급관을 차단하지 않아, 외부로 유출된 프로필렌이 폭발한 것이다. 또한 가스 공급업체는 프로필렌 유출 사실을 관계 당국에 통보하지 않고, 3시간 동안 누출된 프로필렌이 공기 중에서 휘발하면서 8차례 연쇄 가스폭발이 발생하였다. 행정원 환경보호서 독성물질 재해대응 태스크포스(TF)는 최초신고 1시간 40여 분 뒤인 오후 10시 30분경 현장에 도착하였다. 전문가팀이 누출 가스 성분을 확인하는 중 석유화학 물질이 지하공급관을 따라 8번의 연쇄 폭발을 일으켰다. 이 과정에서 주민 대피조치는 이루어지지 않았으며, 소방 당국은 소방차를 동원해 가스를 희석시키기 위해 가스 분출구에 물을 뿌렸으나, 최초 누출지점을 찾지 못하였다. 가오슝시 당국도 이날 오후 8시 46분 가스 누출 주민 신고를 받았지만 골든타임 3시간 내에 누출 가스 성분을 파악하지 못하였으며, 전문가들은 관로 매설 과정에서 충분한 두께의 정상 제품을 쓰지 않았을 가능성도 있다고 지적했다. 또한, 해당 업체의 프로필렌 관로가 시 당국 자료에 공식 등록되지 않은 것이라고 밝혀졌다.



출처: Matthew Strong, 'Prison sentences of 4 years and more for deadly gas blasts in Taiwan's Kaohsiung', 2018.05.11., (<https://www.taiwannews.com.tw/en/news/3428153>)

[그림 9] 대만 가오슝시 가스폭발 사고 현장사진

Abstract

Improvements in Safety Management for Underground Facilities in Seoul

Suk-Min Lee · Hyung-Mi Yoon

Underground facilities are part of the basic infrastructure that directly affects the lives of Seoul's citizens. In addition, there is a growing demand for Seoul Metropolitan Government to take responsibility in the event of any accidents within the Underground system. Nevertheless, the Seoul Metropolitan Government has a limited role in dealing with accidents at underground facilities managed by private companies.

The occurrence of underground facility accidents in Seoul not only leads to damage to citizens' lives and property, but can also inflict secondary damage such as drinking water interruption, power failure and communication paralysis, causing great inconvenience in daily life. In addition, safety management of underground facilities is very important because they include planning for large-scale disasters such as road sinking and casualties in the event of an explosion or fire in the underground facilities.

In this study, we want to find real improvements through analysis of the status of our underground facilities while also investigating cases of accidents, the current safety procedures and manuals, information systems related to underground facilities, as well as conducting interviews with officials who work in the system everyday.

The underground facilities subject to this study can be divided into seven major

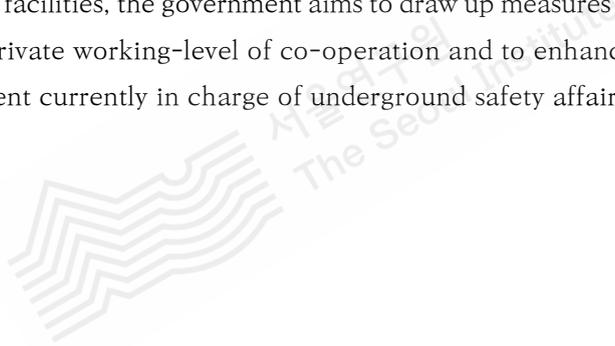
categories: water supply, sewage, electricity, telecommunications, gas, heat transport pipes, and utility tunnel.

The policy improvement plans are divided into ordinary safety management measures, enhancements to responsiveness in the event of an accident, and strengthening administrative organization for the management of underground facilities in Seoul.

The ordinary safety management measures include safety inspections for underground facilities, information management systems for underground facilities, and readjustment of related laws.

Measures to improve the ability to respond in the event of an accident include strengthening the responsibility of the disaster control department, setting up and training for complex disaster scenarios, and rearranging the disaster response manuals.

In strengthening the administrative organization for the management of underground facilities, the government aims to draw up measures to strengthen the public-private working-level of co-operation and to enhance the role of the department currently in charge of underground safety affairs.



Contents

01 Introduction

- 1_Background and Purpose of the Study
- 2_Main Contents and Research Methods

02 Analysis of Underground Facilities and Accident Cases

- 1_Status of Underground Facilities
- 2_Status of Accidents in Underground Facilities
- 3_Analysis of the Timeline for Responding to Accidents in Underground Facilities

03 Analysis of Safety Management of Underground Facilities

- 1_Law and safety management regulations
- 2_Interview with the Safety Management Officer for Underground Facilities
- 3_Status of Operation of Underground Facility Information System

04 Manual for Underground Facilities

- 1_Status and Composition of the Manual for Underground Facilities
- 2_Analysis of the Manual for Underground Facilities

05 The Direction of Safety Management for Underground Facilities in Seoul

- 1_Summary and Implications
 - 2_Study on the Improvement of Regular Safety Management
 - 3_Study on the Improvement of Responsiveness in the Event of an Accident
 - 4_Study on Strengthening the Administrative Organization of Underground Facilities Management in Seoul
-

서울시 지하시설물 안전관리 개선방안

서울연 2019-PR-43

발행인 서왕진

발행일 2020년 4월 15일

발행처 서울연구원

ISBN 979-11-5700-511-6 93530 8,000원

06756 서울특별시 서초구 남부순환로 340길 57

이 출판물의 판권은 서울연구원에 속합니다.