특정감사

감 사 보 고 서

- 대도시권 지하차도 안전관리 실태 점검 -

2019. 2.

감 사 원

목 차

Ⅰ. 감사실시 개요 ····· 1

1. 감사배경 및 목적 ····· 1

2. 감사중점 및 대상 ····· 2

3. 감사실시 과정 ····· 3

4. 감사결과 처리 ····· 3

Ⅱ. 지하차도 침수·화재사고 발생 현황 ····· 4

Ⅲ. 공용 중인 지하차도 현황 ····· 7

Ⅳ. 감사결과 ····· 9

1. 감사결과 총괄 ····· 9

2. 처분요구와 통보사항 ····· 13

(1) 지하차도 배수시설 설치 및 관리기준 부적정(통보) ····· 13

(2) 지하차도 침수위험도 평가 및 방재시설 설치기준 미비(통보) ····· 32

(3) 지하차도 방재시설 설치 및 관리 부적정(통보) ····· 44

(4) 도로터널 방재등급 평가대상 등 기준 불합리(통보) ····· 64

(5) 화산1지하차도 등의 제연설비 구축 및 운영 부적정(시정·주의·통보)···· 75

(6) 청수지하차도 배수개선사업 추진 부적정(시정·통보)····· 81

(7) 지하차도 유지관리용 점검통로 설치기준 미비(통보)····· 87

(8) 배수펌프 원격제어시스템 구축 및 운영 부적정(통보)····· 92

(9) 터널관리자 방재시설운영 교육제도 미흡(통보)····· 99

(10) 지하차도 내진보강기본계획 수립 등 부적정(통보)·····104

(11) 화산지하차도 침수방지대책 수립 부적정(통보)·····109

(12) 숙곡지하차도 배수제어시스템 설치 부적정(시정)·····113

Ⅰ. 감사실시 개요

1. 감사배경 및 목적

지하차도는 도로의 교통체증 등을 완화하기 위해 지반을 굴착하여 지하에 만든 터널형태의 입체교차로로 기능상 교량이나 고가차도와 유사하고 도시 미관을 해치지 않는 장점이 있어 교통량이 많은 대도시권에서 지하차도의 수가 꾸준히 증가하고 있다.

그러나 집중호우 시 지하차도에 유입된 우수를 적절히 배수처리하지 못할 경우 지하차도 침수로 이어져 도로기능이 상실될 뿐 아니라 인명 및 재산피해 등이 발생한다.

또한, 교통체증이 잦은 대도시권의 지하차도 안에서 차량자체의 결함, 차량 충돌 또는 추돌 등에 의한 화재 발생 시 유독가스 등으로 인한 질식사 등 대형사고로 이어질 수 있다.

이와 관련하여 국토교통부는 지하차도의 배수시설 및 방재시설 관련 규정을 강화하거나 새로이 제정하여 지하차도 내 재해예방에 대비하고 있으나 지하차도 침수 등에 의한 사고 피해가 지속적으로 발생하고 있어 실효성에 의문이 제기되는 실정이다.

이에 감사원은 대도시권 내 지하차도가 집중호우 또는 화재 발생 등으로 기능이 상실될 경우 도로기능 마비뿐 아니라 인명 및 재산 손실이 불가피하다는 점 등을 고려하여 대도시권 내 지하차도를 대상으로 배수시설 및 방재시설 등에 대한 현장점검과 관련 제도의 적정성을 점검하여 개선대책을 제시함으로써 침수·화재 등 재해로 인한 피해 경감 등을 유도하고자 2018년 연간 감사계획에 반영하고 이번 감사를 실시하였다.

2. 감사중점 및 대상

이번 감사에서는 2018년 9월 현재 공용 중인 지하차도(687개) 중 총연장 500m 이상인 대도시권 지하차도(121개)와 2013년부터 2018년 8월까지 집중호우 등으로 침수가 발생한 지하차도(41개) 등 총 156개 지하차도(6개 중복)를 대상으로, 배수시설 분야는 156개 지하차도 전체를 점검하였고, 방재시설 분야는 터널(지하차도)의 연장등급이 3등급(지하차도 전체 연장 중 터널구간 연장 500m 이상) 이상인 28개 지하차도와 도로관리청(지방자치단체)에서 화재 등 비상시를 대비하여 방재시설을 추가로 설치한 4등급(지하차도 전체 연장 중 터널구간 연장 500m 미만) 지하차도 93개 등 총 121개 지하차도를 점검하였으며, 내진성능 분야는 최초 내진설계를 반영하지 않은 48개 지하차도를 점검하는 등 [표 1]과 같이 집중호우에 대비한 배수시설의 적정성, 침수·화재 등에 대비한 방재시설의 적정성, 지진에 대비한 구조물의 안전성 등을 현장 위주로 점검하고, 아울러 관련 제도의 적정성을 함께 검토하였다.

[표 1] 분야별 주요 감사중점

점검분야	주요 점검항목 및 감사중점
배수시설	■ 지하차도 배수시설 설치 및 관리기준 등의 적정성 ■ 공용 중인 지하차도의 침수위험 평가시스템 운영의 적정성 ■ 배수펌프 원격제어시스템 구축 및 운영의 적정성 ■ 배수개선사업 계획, 설계·시공 및 유지관리의 적정성
방재시설	■ 지하차도 내 화재 시 대피로 및 점검통로 설치기준의 적정성 ■ 지하차도 방재등급 평가기준 및 평가의 적정성 ■ 방재관리 지침에 따른 방재시설 설치·운영의 적정성 ■ 지하차도 내 방재시설에 대한 정상 작동 여부 현장점검 ■ 지하차도 관리자 방재시설 운영 교육제도 운영의 적정성
내진성능	■ 공용 중인 지하차도 중 최초 설치 시 내진설계 반영 여부 ■ 공용 중인 지하차도의 내진성능평가 및 보강의 적정성

3. 감사실시 과정

실지감사에 앞서 언론보도, 지하차도 설치·운영과 관련된 법령·규정 및 각종 보고서 등을 바탕으로 기초자료를 수집・분석하는 한편, 2018. 8. 27.부터 같은 해 10. 12.까지 자료수집을 실시한 후, 같은 해 10. 22.부터 11. 9.까지 15일간 감사인원 14명[1)]을 투입하여 국토교통부 등 56개 기관(중앙행정기관 2개, 지방자치단체 54개)을 대상으로 감사를 실시하였다.

이번 감사와 관련하여 점검결과 미흡한 사항에 대한 배수시설 및 방재시설의 적정성 검토 등 전문분야에 한국도로공사 등 5개 기관의 전문가들을 활용하여 감사결과의 전문성과 객관성을 확보하고자 하였으며, 점검 결과 도출된 문제점 중 사안이 경미하고 구조적인 문제가 없는 63개 사안(57개 지하차도)은 감사기간 중에 해당 도로관리청(지방자치단체)으로 하여금 즉시 적정한 조치를 하도록 현장에서 시정조치하였다.

4. 감사결과 처리

감사결과 미흡하거나 제도 개선이 필요한 사항과 관련하여 2018. 11. 9. 국토교통부 도로국장 등이 참석한 가운데 감사마감회의를 실시하고, 업무 처리 경위・향후 처리대책 등에 대한 답변서를 받는 등 주요 지적사항에 대한 의견을 교환하였다. 이후 감사원은 감사마감회의에서 제시된 의견 등을 포함하여 지적사항에 대한 내부 검토를 거쳐 2019. 2. 14. 감사위원회의의 의결로 감사결과를 최종 확정하였다.

1) 국토교통부, 한국철도시설공단, 한국도로공사, 한국수자원공사, 한국농어촌공사에서 전문인력 1명씩 총 5명 차출 포함

Ⅱ. 지하차도 침수 · 화재사고 발생 현황

1. 침수사고 현황

2018년 9월 현재 공용 중인 지하차도 총 687개 중 [표 2] 및 [도표 1]과 같이 최근 5년간(2014~2018년 7월) 총 41개 지하차도에서 총 49회의 침수가 발생(사망 2명, 차량침수 34대)하는 등 매년 지하차도 침수로 인명 및 재산피해가 발생하였다.

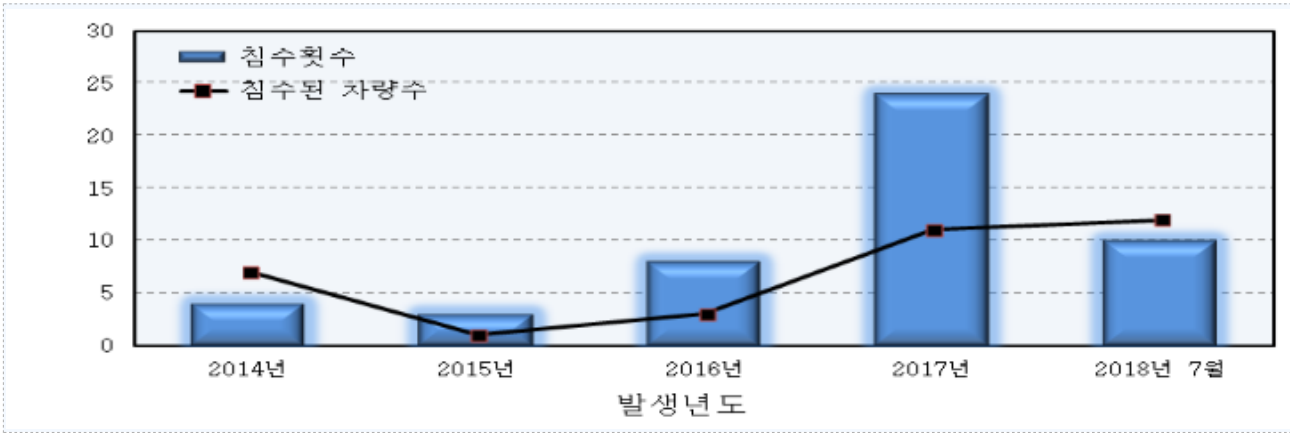
[표 2] 연도별 침수사고 발생 및 피해 현황

(단위: 건, 명, 대)

구분	총계	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년 7월
침수 횟수	49	4	3	8	24	10
사망/부상자수	2/-	2/-	-	-	-	-
침수 차량 수	34	7	1	3	11	12

자료: 지방자치단체 제출자료 재구성

[도표 1] 연도별 침수사고 발생 및 피해 현황



자료: 지방자치단체 제출자료 재구성

주요 침수사례를 살펴보면, [표 3]과 같이 부산광역시 동래구에 위치한 우장춘로 지하차도(총연장 408m, 터널연장 244m)의 경우 2014. 8. 25. 집중호우(시간당 130㎜) 시 순식간에 지하차도가 침수되어 지하차도를 빠져나오지 못한 차량 탑승자 2명이 익사

하였고, 김포시 운양동에 위치한 장기지하차도(총연장 2,220m, 장기지하차도는 2개 터널로 구성되어 터널연장은 각각 740m, 590m)의 경우 2018. 8. 29. 집중호우(시간당 85㎜) 시 지하차도를 이용하던 차량 9대가 침수되었다.

[표 3] 주요 침수 지하차도 현황

(단위: m)

지하차도명	총연장	침수일자	침수사고 현황	피해현황
우장춘로	408	2014. 8. 25.	집중호우에 의한 침수로 정전, 펌프 미작동	사망 2명, 차량 1대
청당	150	2017. 7. 5.	지하차도내 수·배전반 침수로 펌프 미작동	차량 3대
인천북항터널	5,460	2017. 7. 29.	집중호우에 의한 침수로 7일간 차량통제	차량 3대
번영로	40	2017. 9. 11.	지하차도내 수·배전반 침수로 펌프 미작동	차량 4대
장기	2,220	2018. 8. 29.	지하차도내 수·배전반 침수로 펌프 미작동	차량 9대

자료: 지방자치단체 제출자료 재구성

특히 천안시 서북구에 위치한 성정지하차도의 경우 2017년 7월 침수가 발생한 후에도 배수시설(집수정 및 배수펌프)을 개선하지 않고 그대로 운영하여 2018년 6월 또 다시 침수되는 등 [표 4]와 같이 5개 지하차도는 반복적인 침수사고가 발생하고 있다.

[표 4] 반복 침수 지하차도 현황

(단위: m)

지하차도명	총연장	침수일자	침수사고 현황	피해현황
화산	290	2015. 7. 29., 2017. 7. 16.(2회)	배수펌프용량부족 등으로 침수	차량 1대
청수	430	2017. 7. 4., 2017. 7. 16., 2018. 6. 26.(3회)	집중호우, 펌프 미작동 등으로 침수	차량통제
성정	72	2017. 7. 16., 2018. 6. 26.(2회)	집중호우에 의한 침수	차량통제
조치원	399	2017. 7. 16., 2018. 7. 1.(2회)	집중호우에 의한 침수	차량통제
번영로	40	2017. 9. 11., 2018. 3. 15.(2회)	지하차도 내 수·배전반 침수로 펌프 미작동	차량 4대

자료: 지방자치단체 제출자료 재구성

2. 화재사고 현황

공용 중인 도로 터널(지하차도 포함) 내 교통사고는 [표 5] 및 [도표 2]와 같이 최근 5년간(2012~2016년) 총 4,110건이 발생(사망 200명, 부상 8,787명)하였고,

이 중 69건은 화재로 이어져 차량이 전소되고 많은 인명피해가 발생하였다.

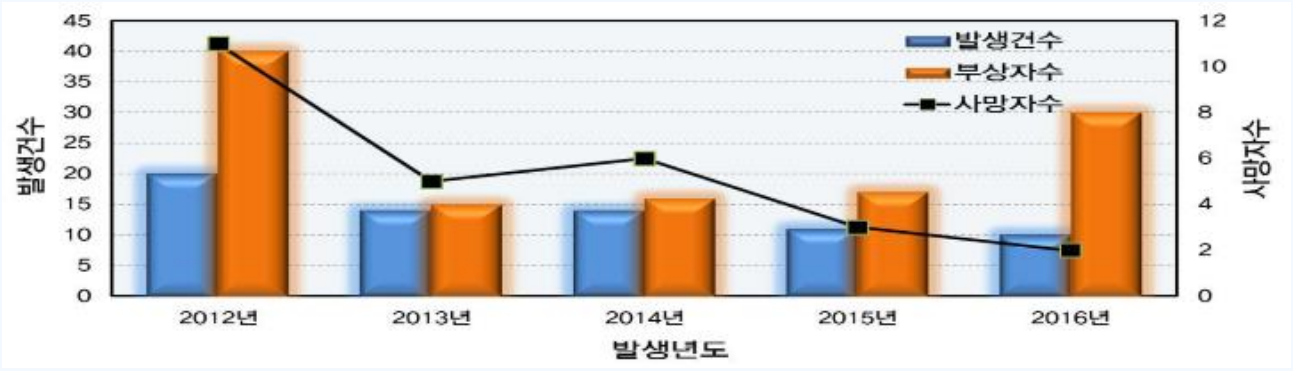
[표 5] 연도별 터널 화재사고 발생 현황

(단위: 건, 명)

구분	총 계	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년
발생건수	69	20	14	14	11	10
사망/부상자 수	27/118	11/40	5/15	6/16	3/17	2/30

자료: 도로교통공단 제출자료 재구성

[도표 2] 연도별 터널 화재사고 발생 현황



자료: 도로교통공단 제출자료 재구성

특히 밀폐된 터널 내에서 화재가 발생할 경우 대피장소와 대피경로가 제한적이고 터널 이용차량이 사고상황을 정확히 파악하기도 어려워 [표 6]과 같이 연쇄추돌로 이어져 화재가 확산되는 등 2차 사고로 이어질 수 있으며 축적된 열기와 유독가스로 인해 인명피해 등 대형 사고로 연결될 수 있다.

[표 6] 터널 내 발생한 주요 화재 피해 현황

(단위: m)

터널명	연장	사고 일자	사고 현황	피해현황
달성2	993	2005. 11. 1.	미사일탑재 트럭 화재 후 폭발	피해금액 8.7억 원
고령4	516	2012. 11. 28.	화물차량2대 추돌에 의한 화재	사망 1명, 부상 1명, 차량 3대
둔내	3,300	2015. 5. 1.	승용차 5대 충돌에 의한 화재	사망 1명, 부상 1명, 차량 5대
상주	1,612	2015. 10. 26.	신너를 적재한 화물차량 화재로 후방 차량 10대로 화재 확산	사망 1명, 부상 19명, 차량 10대 (부상자 연기흡입)
창원1	2,556	2016. 5. 16.	화물차 등 9중 추돌사고에 의한 화재	사망 4명, 부상 16명, 차량 8대

자료: 지방자치단체 제출자료 재구성

Ⅲ. 공용 중인 지하차도 현황

1. 기관별 지하차도 현황

2018년 9월 현재 공용 중인 지하차도는 [표 7]과 같이 총 687개이고, 대도시권(수도권 및 광역시)에 575개(83.7%)가 집중되어 있으며, 이 중 총연장 500m 이상인 지하차도는 총 144개(21.0%)이고, 이 중 대도시권에 121개(84.0%)가 집중되어 있다.

[표 7] 지방자치단체별 지하차도 현황

(단위: 개)

구분			전체	터널구간을포함한 지하차도 전체 연장별	
				500m 이상	500m 미만
합계			687	144	543
대도시권	소계		575	121	454
	수도권	소계	422	86	336
		서울특별시	162	11	151
		인천광역시	31	10	21
		경기도	229	65	164
	광역시	소계	153	35	118
		대전광역시	41	15	26
		대구광역시	29	5	24
		부산광역시	45	7	38
		울산광역시	18	3	15
		광주광역시	20	5	15
그외 지역 (강원도 외 9개 기관)			112	23	89

자료: 지방자치단체 제출자료 재구성

2. 터널 등급별 지하차도 현황

대도시권에서 공용 중인 지하차도 575개에 대해 「도로터널 방재시설 설치 및 관리 지침」(이하 “배수시설지침”이라 한다)에서 규정한 터널 연장에 따른 터널등급별 현황을 살펴보면, [표 8]과 같이 2등급(터널 연장 1㎞ 이상 3㎞ 미만)은 총 8개, 3등급(터널 연장 500m 이상 1㎞ 미만)은 총 20개이고, 나머지 547개는 4등급(터널 연장 500m 미만)으로서, 이는 지하차도가 주로 도시지역 도로의 교통 지·정체를 해소하고 교통흐름을 원활하게 하기 위하여 연장이 짧은 교차로 구간에 설치되기 때문이다.

[표 8] 대도시권 지하차도 터널등급(연장기준)별 지하차도 현황

(단위: 개)

구분	전체	1등급	2등급	3등급	4등급
소계	575	-	8	20	547
수도권	422	-	6	19	397
광역시	153	-	2	1	150

자료: 지방자치단체 제출자료 재구성

Ⅲ. 감사결과

1. 감사결과 총괄

감사결과 [표 9]와 같이 총 17건의 위법·부당하거나 제도개선이 필요한 사항이 확인되었다.

[표 9] 처분요구별 지적사항

(단위: 건)

구분	합계	시정	주의	통보
건수	17	4	1	12

감사결과 확인된 주요 문제점은 다음과 같다.

분야별 감사결과 요약

1. 배수시설 분야

■ (지하차도 배수시설 설계 및 관리기준 부적정) 국토교통부는 2003년 12월 「도로배수시설 설계 및 관리지침」을 제정·운용

① 위 지침 Ⅲ.6.2.1에 배수시설 용량과 관련된 우수유입량 산출기준이 되는 집수유역 면적에 대하여 하향 종단경사를 가진 주변도로 영향 등을 고려한 구체적 범위를 규정하지 않아

- 81개 지하차도의 집수유역 면적 등을 분석한 결과, 43개는 진입구간 및 주변도로 영향 등을 반영하지 않아 과소 산정하였고, 이 중 25개는 배수시설 용량 증설 필요

② 위 지침 Ⅲ.6.2.2에 강우 설계빈도에 대한 최소기준 없이, 막연히 배수시설 중요도, 경제성 등을 고려하여 결정하도록만 규정되어 있어,

- 81개 지하차도의 강우 설계빈도를 검토한 결과, 37개는 50년 이상으로 적용하였으나, 44개는 10년 또는 30년을 적용하여 50년 미만의 강우에도 침수 우려

③ 위 지침 Ⅲ.6.2.5에 지하차도 집수정 유입구 규격 등에 대한 설치기준을 마련하지 않고 막연히 지하차도 내에 2개소 이상의 유입구를 설치하도록만 규정하고 있어

- 48개 지하차도의 유입구 유출가능 용량을 분석한 결과, 10개는 유입구 유출가능 용량이 우수유입량보다 작아 지하차도 침수 우려

④ 위 지침 Ⅲ.6.3에 수·배전반 시설은 지상설치가 바람직하다고만 규정하고, 차수벽 등 수·배전시설 보호시설 없이 지하에도 설치할 수 있도록 규정하고 있어

- 36개 지하차도의 수·배전반 시설을 점검한 결과, 21개는 지하에 설치(15개는 지상설치)하였다가 14개가 침수되어 모두 지상에 재설치(현재 7개는 지하에 존치 중)

■ **(침수위험도 평가 및 방재시설 설치기준 미비)** 국토교통부는 「도로 배수시설 설계 및 관리지침」과 「도로터널 방재시설 설치 및 관리지침」을 제정·운용

① 공용 중인 지하차도에 대하여 최초 설치 후 강우강도 등 여건 변화를 반영하여 침수위험도를 평가하고, 그에 따라 적정 배수시설을 갖추는 것이 타당함

- 그런데 침수위험도 평가기준을 마련하지 않고 있어 이번 감사원 감사기간 중 현재 여건을 반영하여 배수시설을 분석한 결과, 능동 등 7개 지하차도는 펌프용량 부족

② 지하차도는 외부에서 유입된 우수에 의해 침수되고 연장이 짧을수록 침수위험이 높으므로 이를 고려하여 침수에 대비한 방재시설 설치기준을 마련하는 것이 타당

- 그런데 방재관리지침에 침수에 의한 재해를 고려하지 않은 채 화재에만 대비하여 총 5개 분야 24종의 방재시설을 터널(지하차도 포함)의 등급에 따라 설치하도록 규정

- 화재에 대비한 위 24종의 방재시설을 검토한 결과, 경보설비 등 3개 분야 12종의 방재시설은 수방(水防)측면에서 연장과 무관하게 지하차도에 설치·운영할 필요

■ **(청수지하차도 배수개선사업 추진 부적정)** 천안시는 청수지하차도와 주변 지역의 침수 재발방지를 위해 청수지하차도 배수개선사업을 추진 중

① 개수로 확장, 수로암거 신설 및 차수벽 설치 등의 자연배수 방식만 반영하고, 근본적인 침수 방지에 필요한 유수지와 펌프장(강제배수 방식)은 사업에서 제외

- 위 사업완료 후의 배수개선 효과를 분석한 결과, 천안천 수위(EL. 28.1m)보다 수로암거 높이(EL. 24.5m)가 낮아 우수가 역류·침수되고, 청수지하차도 진입부에 설치한 차수벽(높이 1.0m)도 침수높이(2.3m)보다 낮아 지하차도 침수 우려

② 또한 수로암거 연장 669.5m 중 195.3m는 암거 토피고가 0~0.7m인데도 임의로 1.0m를 적용하여 부력에 대해 안전(안전율 1.2 이상)한 것으로 설계하여

- 위 수로암거 195.3m에 대하여 실제 토피고를 적용하여 부력에 대한 안전성을 검토한 결과, 안전율이 기준 안전율(1.2 이상)보다 낮은 0.8 내지 1.1에 불과하여 수로암거 구조물이 부력에 의해 파손되는 등 배수능력 상실(침수) 우려

2. 방재시설 분야

■ **(방재시설 설치 · 운영 및 관리 부적정)** 국토교통부는 「도로터널 방재시설 설치 및 관리지침」을 제정하고, 각 도로관리청으로 하여금 방재시설을 설치 · 관리하게 한 후 이를 지도 · 감독

① (필수 방재시설 설치 부적정) 터널등급 3등급 이상 지하차도 28개 중 용인시 신대 지하차도 등 8개 지하차도는 소화기구, 비상경보설비 등 필수 방재시설이 부족(19종 방재시설)하고, 피난대피시설이 없는 5개 지하차도의 경우 제연설비 미설치

② (경보설비와 터널 관제실 간 미연결) 지하차도에 경보설비를 설치한 95개 지하차도 중 평택시 중앙지하차도 등 37개 지하차도(16개 기관)의 경보설비를 관리자가 근무하지 않아 상시 감시가 불가능한 전기실로 연결

③ (방재시설 유지관리 부적정) 총연장 500m 이상 지하차도 115개 중 17개는 소화설비가 멸실 · 파손, 12개는 경보설비가 고장, 7개는 차단문이 고장, 4개는 제연설비 등 소화 활동설비가 고장난 채로 방치

■ **(화산1지하차도 등의 제연설비 구축 및 운영 부적정)** 화산1 지하차도의 시공사는 제연 설비를 설치하면서 제어로직에 필요한 풍향 · 풍속계 측정값을 원격제어시스템에 표출 되지 않도록 시공하고, 화재 시 임계풍속을 유지하여 화재지점의 제트팬을 정지하고 제연 설비를 가동하게 하는 제어로직을 미구성(프로그램 미제작)

- 또한 자동화재탐지설비와 제연설비가 서로 연계 · 작동되지 않도록 시공하였고, 한국토지주택공사는 이와 같은 부실시공을 모른 채 그대로 준공 처리

※ (유사사례) 서울특별시 서부트럭터미널 앞 지하차도의 경우에도 제연설비의 제어 로직을 구성하지 않는 등 부실시공

■ **(터널관리자 방재시설운영 교육제도 미흡)** 국토교통부는 방재관리지침에 터널관리자에 대한 구체적인 교육운영 세부기준은 미비

- 지방자치단체 등 대부분의 도로관리청은 교육운영 세부기준이 없다는 사유로 교육

훈련 계획을 수립하지 않거나 제대로 된 교육과정을 운영하지 않은 채 전임자로부터 간단한 방재시설 조작방법만 전수받아 터널관리자로 근무 중

- 이로 인해 방재시설 운영 역량 등을 제대로 갖추지 못한 터널관리자로 인해 비상시 적절한 초기 대응에 실패할 경우 대형사고로 확대될 우려

3. 내진성능 분야

■ **(지하차도 내진보강기본계획 수립 등 부적정)** 행정안전부는 내진설계 미반영 지하차도에 대한 내진보강 기본계획(2단계)을 수립하면서 38개 지하차도를 누락

- 이번 감사기간 중 내진보강기본계획에 누락된 지하차도 5개를 표본으로 내진성능을 평가한 결과, 5개 모두 내진성능이 확보되지 않아 지진 시 붕괴 등 우려

감사결과 나타난 문제점에 대하여 국토교통부에 배수시설지침, 배수펌프 원격제어시스템 설치기준, 지하차도 침수위험도 평가기준 및 터널관리자에 대한 교육운영 세부기준 등을 마련하도록 하고, 배수구조물(수로암거) 부실설계, 제연설비 부실시공 등에 대하여는 원인자(설계업체, 시공업체) 부담으로 재시공 등 적정한 조치와 함께 부실 벌점을 부과하며, 멸실·파손·고장 및 부족한 방재시설에 대하여는 추가 설치 등의 방안을 마련하고, 내진설계를 반영하지 않은 지하차도의 내진보강 대책을 수립·추진하도록 하는 등 총 17건의 위법·부당사항에 대해 시정·주의요구 및 통보하였다.

개별처분요구안 (1)번

감 사 원

통 보

제 목 지하차도 배수시설 설치 및 관리기준 부적정

소 관 기 관 국토교통부

조 치 기 관 국토교통부

내 용

국토교통부는 「도로법」 제10조에서 규정하는 지하차도를 포함한 도로의 배수시설 설계 및 관리 등에 적용하기 위해 [표 1]과 같이 「도로 배수시설 설계 및 관리지침」(이하 "배수시설지침"이라 한다) 등을 제정하고, 각 도로관리청으로 하여금 위 배수시설지침 등에 따라 지하차도의 배수시설(집수정, 배수펌프 등)을 설치·관리하게 한 후 이를 지도·감독하고 있다.

[표 1] 배수시설지침 등 관련 규정 현황

지침 등 관련 규정	주요 내용	제정	개정
배수시설지침	▪ 도로 관계자가 도시지역과 지방지역의 도로를 신설 및 개량, 그리고 확장을 위하여 도로의 배수시설 설계 및 관리에 필요한 일반적인 기준과 방법을 제시	2003년 12월	2012년 11월
도로설계편람	▪ 도로 시설물의 계획, 조사, 설계, 감리, 시공, 유지관리와 관련하여 기준에 기술하기가 곤란한 사항과 기술자가 효율적인 업무수행을 하는데 필요한 사항을 규정	1999년 12월	2012년 4월
국도설계실무요령	▪ 일반국도, 국도대체우회도로, 국가지원 지방도 건설공사에 있어 설계 및 시공 중 실무자가 참고자료로 활용할 수 있도록 작성	2008년 9월	2016년 8월

자료: 국토교통부 제출자료 재구성

「도로법」 제98조 제1항에 따르면 국토교통부는 도로의 구조를 보전하거나 교통의

위험을 방지하기 위하여 특히 필요하다고 인정되는 경우 지방도 등의 도로관리청[2]으로 하여금 필요한 조치를 할 것을 명할 수 있도록 되어 있다.[3]

따라서 국토교통부는 지하차도의 침수 방지 등을 위해 설계 등에 적용할 배수시설 지침을 마련할 때에는 설계기술자 등이 지하차도의 배수시설을 적정하게 설치할 수 있도록 지하차도의 배수시설(집수정·배수펌프)에 대한 설치기준 등을 합리적으로 마련하여 운용하여야 한다.

1. 우수 집수유역 면적 산정기준 부적정

배수시설지침 Ⅲ.3.3에 따르면 도시지역 도로 배수시설의 우수유입량(설계홍수량)은 강우강도와 집수유역 면적을 고려한 합리식[4]에 의하여 산정하도록 되어 있고, 우수유입량은 강우강도와 집수유역 면적의 크기에 비례한다.

따라서 국토교통부는 우수유입량 산정을 위한 집수유역 면적 산정 기준을 마련할 때에는 기본적으로 지하차도 진·출입부(양방향) U-Type 구간(지하차도 구간 중 외부 노출구간)의 면적을 모두 반영하고, 그 외에 우수유입량에 영향을 주는 본선도로(지하차도가 있는 도로) 중 지하차도 방향으로 하향 경사를 가진 구간의 면적과 강우 시 지하차도 방향으로 우수를 유출시킬 수 있는 주변도로의 면적에 대한 구체적인 공간적 범위를 규정하여야 한다.

또한 지하차도에 접속되는 도로(이면도로 포함)에 설치하는 노면 배수구조물

---

2) 일반국도의 경우 국토교통부장관(시 관할구역에 있는 일반국도는 해당 시장), 지방도의 경우 시·도지사(시 관할구역의 동 지역에 있는 지방도는 해당 시장), 시·도의 경우에는 특별자치시장이 도로관리청이 되는 시도로 한정

3) 시도(특별자치시장이 도로관리청인 시도는 제외함), 군도·구도에 대하여는 각각 특별시장·광역시장 또는 도지사가 해당 도로관리청으로 하여금 필요한 처분이나 조치를 할 것을 명할 수 있도록 규정

4) 지하차도로 유입되는 우수 유입량(Q)은 강우의 유출계수(C, 포장면의 경우 0.9), 시간당 강우강도(I)와 집수유역 면적(A)에 비례한다는 가정하에 만들어진 경험식($Q=C \cdot I \cdot A/3.6$)

(종배수관 및 측구 구조물 등)은 강우 설계빈도를 10년으로 적용하여 설계[5]하고 있기 때문에 지하차도에 적용하는 배수시설 설계빈도(50년) 미만의 강우에도 노면 배수구조물의 용량 부족(10년 빈도)으로 원활하게 배수되지 못하여 역류될 수밖에 없고, 이와 같이 역류된 우수는 지하차도로 유입될 수 있으므로 집수유역 면적은 지하차도 외 도로 구간의 배수구조물(인접 배수시설) 영향으로 지하차도에 유입될 수 있는 구간의 면적을 충분히 고려하여 적정한 우수유입량을 산정[6]하도록 규정하여야 한다.

그런데 국토교통부는 2012년 11월 배수시설지침 중 Ⅲ.6.2.1을 신설·개정[7]하면서 막연히 "지하차도 진입구간의 면적과 함께 주변 지역의 지형, 인접 배수시설, 도로의 종단경사를 고려하여 산정"하도록 하였을 뿐 지하차도 진입구간 외에 추가로 반영해야 할 집수유역 면적에 대한 구체적인 범위와 산정방법에 대한 규정을 두지 않았다.

더욱이 2012년 4월 위 배수시설지침에 신설하거나 개정할 내용을 미리 고려하여 「도로설계편람」[8]을 개정하면서 제7편에 배수시설지침과 같이 지하차도 방향으로 하향 종단경사를 가지는 부분을 고려해야 한다고 하고서도 [그림 1]과 같이 지하차도의 종단경사 등에 따라 집수유역 면적에 반영할 부분과 반영하지 않을 부분을 제시하지 않은 채 지하차도 시점 진·출입부의 경우 지하차도 방향으로 하향 종단경사를 가진 도로구간의 면적을 제외한 지하차도 U-Type 구간까지의 면적만, 종점 진출입부의 경우에는 U-Type 구간 면적에 근거 없이 지하차도 밖 도로구간 중 연장 30m[9] 구간에

5) 배수시설 지침 Ⅲ.3.2에 따르면 도시부 도로 배수시설 중 노면 배수시설은 10년 빈도를 적용하도록 규정

6) 지하차도 외 도로구간의 노면 설계빈도 10년을 초과하는 비가 내릴 때 배수구조물의 배수능력 등을 기초로 우수의 흐름 방향 등을 분석하여 지하차도에 유입되는 우수 유입량을 산정

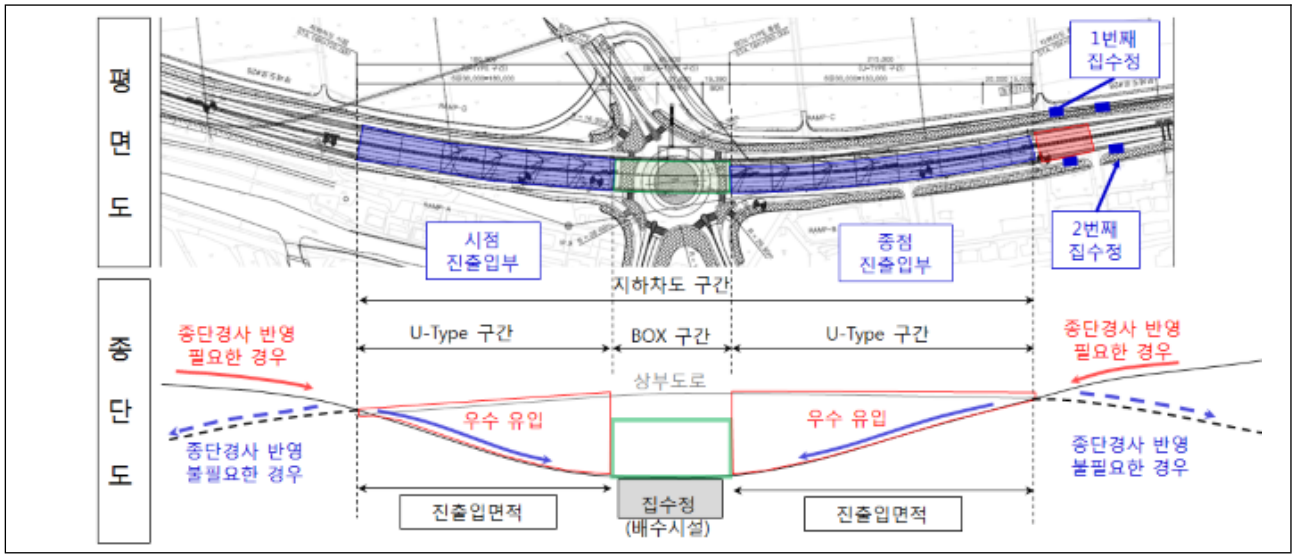
7) 2003년 배수시설 지침을 제정한 후 2012년 개정하면서 도시지역 도로 중 지하차도 배수시설 설계에 대한 기준을 정립하기 위해 지하차도 배수 기준을 추가로 신설하여 운영

8) 설계기술자 등이 설계실무에 활용하도록 하기 위해 제정한 것으로 우리나라의 모든 지하차도 설계는 「도로설계편람」 내용을 활용하여 적용하고 있음

9) 지하차도 진입부에서 1번째 집수정까지의 구간(20m)과 1번째 집수정에서 2번째 집수정까지의 50% 구간(10m)의 길이

해당하는 도로의 면적만 추가로 반영하는 것처럼 오해할 수 있도록 집수유역 면적을 산정하도록 예시하였고, 그 외 지하차도 우수유입량에 영향을 줄 수 있는 주변지역의 지형이나 지하차도 외 도로의 배수구조물 영향(역류 등) 등을 고려한 우수유입량 면적 산정방법 등은 아무런 예시도 제시하지 않았다.

[그림 1] 도로 선형에 따른 지하차도 집수유역 면적 산출 방법 예시



자료: 국토교통부 제출자료 재구성

이에 이번 감사원 감사기간(2018. 10. 22. ~ 11. 9.) 동안 설계도서 등의 기초자료를 확보한 지하차도 81개[10]를 대상으로 배수시설(집수정·배수펌프) 용량 산출을 위한 집수유역 면적 산정 실태를 분석한 결과, [표 2]와 같이 38개[11]는 U-Type 구간 면적 외에 도로의 하향 종단경사 구간을 모두 반영하여 적정하게 집수유역 면적이 산출되었으나, 19개는 U-Type 구간만 집수유역 면적에 반영되고 9개는 U-Type

10) 총지하차도 181개(공용 중인 지하차도 중 연장 500m 이상 121개, 최근 5년간 침수된 지하차도 41개, 2018년 10월 현재 건설 중인 지하차도 25개, 이 중 6개는 중복) 중 설계도서 확보가 가능한 81개(공용 중인 지하차도 중 연장 500m 이상 47개, 최근 5년간 침수된 지하차도 11개, 2018년 10월 현재 건설 중인 지하차도 25개, 이 중 2개는 중복)를 대상으로 분석

11) 38개 모두 주변지역의 지형 및 주변 배수시설에 대해 고려하지 않았으나, 9개는 「도로설계편람」 방법을 그대로 적용하지 않고 종단경사를 모두 반영하여 추가 면적을 적정하게 산정하였고, 29개는 지하차도 진입부 구간이 끝나는 부분에서 종단경사가 "∩"자 모형으로 바뀌어 추가면적 산정이 불필요하여 적정한 것으로 분류

구간 면적에 30m 미만의 본선도로 구간만 집수유역 면적에 반영되었으며 15개는 「도로설계편람」 등에서 제시한 예시대로 U-Type 구간 면적에 30m 이상의 본선도로 구간의 면적만 반영되는 등 총 43개 지하차도의 집수유역 면적이 부족하게 산정된 것으로 나타났다.

[표 2] 지하차도 집수유역 면적 산정

(단위: 개)

구분	집수유역 면적 적정 반영	집수유역 면적 부족 반영					총계
		진출입부 U-Type만 반영	진출입부 U-Type +임의구간			계	
			30m 미만	30m 이상	소계		
연장 500m 이상 지하차도	20	11	6	8	14	25	45
침수이력이 있는 지하차도	3	3	1	4	5	8	11
건설 중인 지하차도	15	5	2	3	5	10	25
계	38	19	9	15	24	43	81

자료: 국토교통부 제출자료 재구성

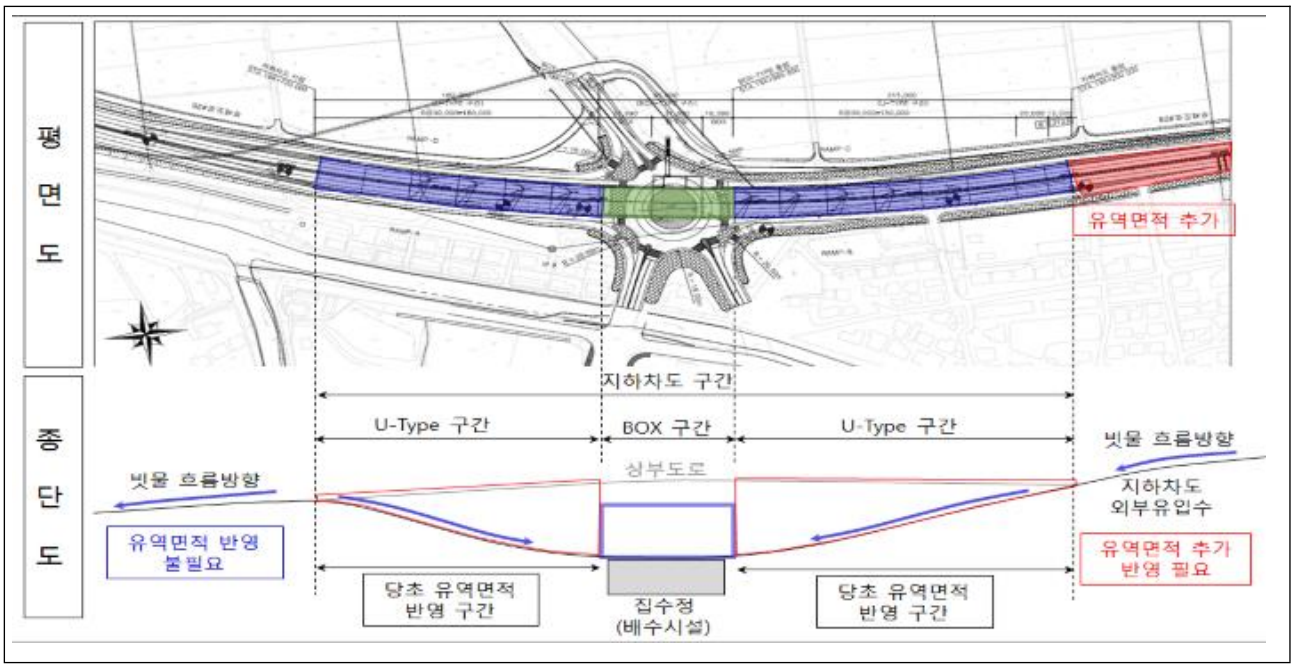
또한 이와 같이 집수유역 면적이 과소 산정된 43개 지하차도를 대상으로 [그림 2]와 같이 도로의 하향 종단경사를 반영[12]하여 적정 집수유역 면적을 재산정하여 배수시설(집수정 및 배수펌프) 용량을 검토[13]한 결과, 장지지하차도(서울특별시, 종점부)의 경우 유역면적이 당초 3,400㎡(U-Type 구간 외 하향 종단경사 20m 구간의 면적만 반영)에서 6,120㎡(U-Type 구간 외 하향 종단경사를 가진 도로 160.0m 구간의 면적을 모두 반영)로 2,700㎡가 증가하여 배수시설(집수정 및 배수펌프) 용량이 부족(집수정: 현재 280㎥, 적정 564㎥, 배수펌프: 현재 7㎥/min, 적정 14㎥/min)한 것으로 나타나는 등 [별표 1]

12) 이번 감사원 감사기간 중 한국건설기술연구원의 수리분야 전문가에게 의뢰하여 가상의 지하차도를 대상으로 지하차도 진입부 외 도로 종단경사에 따른 우수 유입 특성을 수치모의 분석(TUFLOW 및 SWMM 해석법 사용)한 결과 도로의 종단경사가 1%인 경우 지하차도 진입부(U-Type구간) 외 도로의 우수가 지하차도로 유입되는 것으로 분석됨

13) 설계 당시의 강우 설계빈도를 적용하고, 배수시설 지침의 기준대로 수문곡선을 활용하여 검토

“집수유역 면적 부족 반영된 지하차도 현황”과 같이 장지 지하차도 등 25개 지하차도는 집수유역 면적이 과소 산정되어 집수정 및 배수펌프의 용량이 부족[14]한 것으로 나타났다.

[그림 2] 도로의 하향종단경사를 반영한 집수유역 면적 산정 방법 예시도



자료: 국토교통부 제출자료 재구성

그 결과 집수유역 면적 산정 기준이 불명확하거나 미흡하여 지하차도 설계 기술자 등에게 혼선을 주고 집수유역 면적 과소 산정으로 배수시설 용량이 부족 설계·시공되어 집중호우 시 지하차도가 침수될 우려가 있다.

2. 강우 설계빈도 부적정

2012년 11월 개정된 배수시설지침 부록 I 에 따르면 우리나라 기상 관측소별 설계빈도에 따른 강우강도는 서울관측소의 경우 50년 설계빈도 강우강도(99.2㎜/hr)는 20년, 30년보다 각각 16.98%(84.8㎜/hr), 8.77%(91.2㎜/hr)가 더 큰 것으로 나타나는 등

14) 집수정 용량 부족 문제 해결을 위해서는 지하차도 구조상 집수정 추가 설치가 어려우므로 비구조적인 방법으로 배수펌프 용량을 증설하거나 배수펌프 가동 시작 시간을 당초 계획(30분)보다 앞당겨 배수처리(20분) 해야 하는 것으로 분석됨

전국 68개 관측소의 50년 설계빈도 평균 강우강도(78.7㎜/hr)는 20년, 30년 설계빈도보다 각각 15.78%(68.0㎜/hr), 8.33%(72.7㎜/hr)가 더 크기 때문에 배수시설지침 부록 I 에 제시된 강우강도를 기준으로 지하차도의 배수시설을 설계하면 50년 설계빈도 적용 시 지하차도의 우수유입량은 20년 또는 30년 설계빈도를 적용한 배수시설보다 각각 평균 8.33% 또는 15.78%만큼 증가한다.[15)]

한편 배수시설지침 Ⅲ.3.2 등에 따르면 도시지역 도로에 설치하는 배수시설(암거, 배수관거, 집수정 등)의 강우 설계빈도는 50년을 적용하여 설계하도록 되어 있으며, 지하차도의 경우 도로기능 유지 및 교통안전을 위하여 지하차도로 유입되는 모든 유입수를 배출하도록 되어 있다.

따라서 국토교통부는 배수시설지침에 지하차도의 배수시설 설계 기준을 신설·개정할 때에는 지하차도 배수시설 설계(집수정 용량 및 배수펌프 용량 산정)에 적용하는 강우 설계빈도에 대해 설계자 등 실무자가 해석상 오류를 불러 일으키지 않도록 배수시설지침 Ⅲ.3.2에서 제시하는 50년을 최소 기준으로 적용하여 설계하도록 하고, 집중호우에 의해 지하차도가 침수될 경우 도로의 기능이 상실되고 인적·물적 피해가 크므로 지역별 강우특성에 따라 이상기후(국지성 집중호우 등) 등에 의한 침수방지를 위해 추가로 설계빈도를 상향 조정하여 설계하도록 하여야 한다.

그런데 국토교통부는 배수시설지침 Ⅲ.3.2에 도시지역 도로 배수시설의 설계빈도는 최소 50년을 적용하여 설계하도록 규정하고서도 2012년 11월 도시지역 도로 구간 중 지하차도 배수시설의 설계 및 관리 등에 관한 설계기준을 적용하기 위해 Ⅲ.6.2.2.를 신설·개정

15) 우수유입량이 증가할 경우 집수정 및 배수펌프 용량 등 배수시설 규모도 비례하여 증가

하면서는 최소 설계빈도를 규정하지 않은 채 막연히 '강우강도 산정에 사용되는 설계빈도는 배수시설의 중요도, 경제성 등을 고려하여 설계빈도를 적용하며, 일반적으로 국지성 집중호우로 지하차도 침수시 도로의 기능상실 등 큰 손실이 우려되어 50년 빈도 이상을 적용하는 것이 바람직하다'고 규정하여 지하차도 설계 시 설계자 등 실무자로 하여금 설계빈도를 50년보다 낮게 적용해도 되는 것처럼 지침 해석상 오류를 불러 일으키게 하였다.

이에 이번 감사원 감사기간 중 "1항"에서와 같이 설계도서를 확보한 지하차도 81개를 대상으로 강우 설계빈도 적용실태를 조사[16]한 결과, [별표 2] "지하차도 배수시설 강우 설계빈도 적용 현황"과 같이 37개는 50년 이상의 설계빈도를 적용하였으나 44개는 10년 내지 30년 정도의 설계빈도를 적용하여 지하차도 우수유입량을 산출 후 배수시설을 설치·운영 중인 것으로 나타났다.

그 결과 지하차도 배수시설의 강우 설계빈도를 도시시역 도로의 배수시설 최소 설계빈도(50년)보다 낮게 적용하여, 지하차도 배수시설 설계시 적용한 설계빈도(10년 내지 30년 정도)를 초과하는 50년 미만의 강우에도 쉽게 지하차도가 침수되어 도로 기능이 상실·마비될 수 있는 등 빈번하게 침수피해가 발생할 우려가 있다.

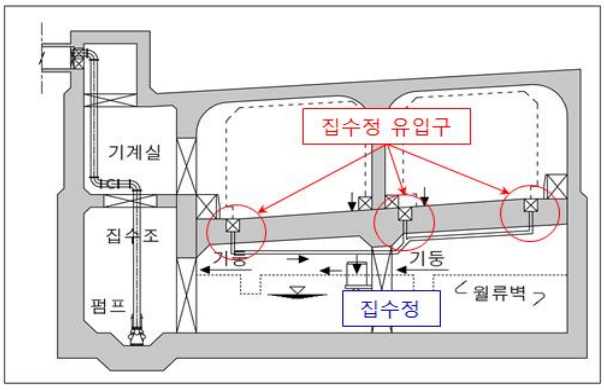
3. 집수정 유입구 설치 기준 부적정

집수정 유입구는 [그림 3]과 같이 지하차도에 유입된 우수를 집수정으로 원활하게 유출시키기 위해 설치하는 것이므로 지하차도의 우수유입량을 기초로 유입구를

16) 한국시설안전공단 및 국토교통부 산하기관(서울·부산지방국토관리청, 한국토지주택공사, 한국철도시설공단)에게 설계도서를 제공받아 설계 시 적용한 강우 설계빈도를 전수조사

설계하도록 하는 등 유입구 설치기준(규격, 개소 등)을 마련하여야 한다.

[그림 3] 지하차도 집수정 유입구 설치 일반도



지하차도 단면도

지하차도 집수정 우수 유입 현황 사진

자료: 국토교통부 제출자료 재구성

그런데 국토교통부는 배수시설지침 Ⅲ.6.2.5.에 지하차도 우수유입량 등을 기초로 산정된 유입구 규격 등을 규정하지 않은 채 막연히 침전물 퇴적 등을 고려하여 2개소 이상의 집수정 유입구를 설치하도록만 규정하였다.

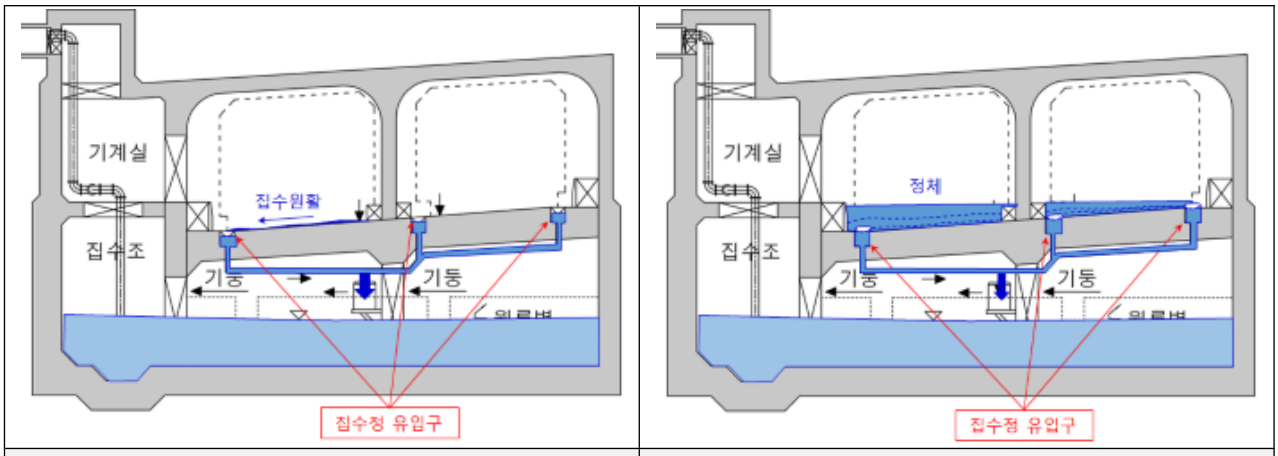
이에 이번 감사원 감사기간 동안 한국건설기술연구원에 의뢰하여 지하차도 총연장이 500m 이상인 121개 중 설계도서 확보가 가능한 48개[17]를 대상으로 [그림 4]와 같이 집수정 유입구가 우수유입량을 원활하게 집수정으로 유출시킬 수 있는지를 분석[18]한 결과, 화성시 방교동에 있는 동부대로4지하차도(총연장 1,030m)의 경우 유입구의 유출가능 용량(30.8㎥/min)이 지하차도 설계 당시 산정된 우수유입량(55.5㎥/min) 보다 작은 등 [별표 3] "집수정 유입구 규격 부족한 지하차도 현황"과 같이 동부대로4지하차도 등 10개 지하차도의 유입구 유출가능 용량이 설계 당시 산정된

17) 지하차도 121개 중 집수정 유입구에 대한 상세도면 확보 및 현장 확인이 가능한 48개를 대상으로 유입구 유출용량의 적정성을 분석

18) 집수정 유입구 설치 적정성 분석은 감사기간 중 한국건설기술연구원의 전문가의 자문을 통해 분석함(오리피스 모형(유체를 분출시키는 구멍)을 가정하여 유입구로 집수되는 유량 대비 유입구 면적의 적정성 검토($Q=A\times V$, $V=\sqrt{2gh}$))

우수유입량보다 작은 것으로 나타났다.

[그림 4] 집수정 유입구 규격 적정성 검토



우수유입량 ≤ 유입구 유출가능 용량	우수유입량 > 유입구 유출가능 용량

자료: 국토교통부 제출자료 재구성

또한 위 지하차도 48개에 대해 "1항"에서와 같이 이번 감사원 감사기간 중에 도로의 하향 종단경사를 반영하여 분석한 적정 집수유역 면적과 그에 따른 우수유입량을 토대로 집수정 유입구의 적정성을 추가 분석한 결과, [별표 3] "집수정 유입구 규격 부족한 지하차도 현황"과 같이 동부대로4지하차도 등 12개 지하차도의 유입구 유출가능 용량이 우수유입량보다 작은 것으로 나타났다.

그 결과 지하차도 집수정 유입구에 대한 적정한 설치기준 없이 설계자가 임의로 유입구를 설계하고 있으며 이로 인해 지하차도에 유입된 우수가 원활하게 집수정으로 유출되지 못하고 지하차도에 정체되어 지하차도가 침수[19]될 우려가 있다.

4. 수·배전반 시설 설치기준 부적정

지하차도 수·배전반 시설은 평상시 지하차도 내 조명시설이나 환기시설 등의 가동에

19) 지하차도 집수정·배수펌프 용량이 제대로 산정되어 배수능력이 갖추어져 있다 하여도 집수정 유입구 유출가능 용량이 부족할 경우 강우가 지속되는 시간 동안 집수정으로 유출시키지 못한 우수가 지하차도 노면으로 차올라 침수 피해 발생 가능

필요한 전기를 공급하고, 지하차도 침수 등 비상시에는 지하차도에 유입된 우수를 배수하기 위해 배수펌프 등을 가동하는 데 필요한 전기를 공급하는 설비로서 강우 시 지하차도의 수·배전반 시설이 침수될 경우 전기 공급이 중단되어 배수펌프를 가동할 수 없기 때문에 지하차도가 침수될 수밖에 없다.

따라서 국토교통부는 수·배전반 시설의 설치기준을 마련할 때에는 강우로 인해 지하차도가 침수된 후에도 피해를 최소화하고 상실된 도로기능의 회복을 위해 배수펌프를 계속 가동할 수 있도록 수·배전반 시설은 침수우려가 없는 지상에 설치하도록 하고, 지상에 설치할 공간이 없는 등의 부득이한 사유로 지하에 설치하는 경우에는 최소한 집중호우 등에 의한 예상 침수높이보다 높게 설치하거나 방수벽 등을 설치하여 수·배전반 시설을 침수로부터 안전하게 보호하도록 하는 등 합리적인 설치기준을 마련하여야 한다.

그런데 국토교통부는 배수시설 설계지침 Ⅲ.6.3에 수·배전반 시설을 지상에 설치하도록 강제하거나 지하에 설치되는 수·배전반 시설에 대한 침수로부터의 보호를 위한 설치기준을 마련하지 않은 채 막연히 '수·배전반 시설은 강우 시 침수되지 않도록 지상에 설치하는 것이 바람직하지만, 현장여건 및 경제성 등을 고려하여 지하에 설치할 수 있고, 지하에 설치 시 수·배전반 시설의 바닥면은 지하차도 최저점의 포장면보다 높게 시공'하도록 규정하였다.

이에 이번 감사원 감사기간 동안 최근 5년간 침수가 발생한 41개 지하차도 중 수·배전반 시설이 설치된 36개를 대상으로 수·배전반 시설의 설치실태를 점검한 결과,

[별표 4] “침수이력 지하차도 침수전·후 수·배전반 설치위치 현황”과 같이 한빛지하차도 등 21개는 수·배전반 시설을 최초 지하에 설치하였으며, 이 중 11개는 집중호우로 수·배전반 시설이 침수(전기 공급 중단 및 배수펌프 미작동으로 침수 피해 발생)되자 모두 지상에 재설치하였고, 10개는 지하차도가 일부만 침수되어 수·배전반 시설까지는 침수되지 않았으나 이중 3개는 향후 침수방지를 위해 지상에 재설치 또는 이전 설치한 반면, 나머지 7개는 여전히 차수벽 등 보호시설 없이 침수우려가 높은 지하에 설치·운영되고 있었다.

그 결과 집중호우로 지하차도가 침수될 경우 지하에 설치한 수·배전반 시설도 함께 침수되어 배수펌프를 가동할 수 없는 등 침수피해가 가중되고 수·배전반 시설을 지상에 재설치하거나 이전 설치로 인한 예산낭비[20] 등이 우려된다.

관계기관 의견 국토교통부는 감사결과를 수용하면서 집중호우 시 지하차도의 침수피해가 최소화될 수 있도록 배수시설지침 내용을 합리적으로 개정하고, 감사 시 지적된 사항은 해당 도로관리청에서 보완이 이루어 질 수 있도록 권고하는 등의 방안을 마련하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 **국토교통부장관**은

① 지하차도 집수유역 면적, 강우 설계빈도, 집수정 유입구 규격 및 수·배전반 시설

20) 지하차도의 수·배전반 시설을 처음부터 침수우려가 없는 지상에 설치할 경우의 공사비는 고압전력을 사용하는 경우 개소당 376,800,000원이고, 집중호우 등에 의해 수·배전반 시설이 침수된 후 지상에 다시 설치할 경우의 공사비는 768,600,000원으로 391,800,000원(최초 지하에 설치한 후 침수 전 지상으로 이전·설치할 경우에는 개소당 75,400,000원 소요)이 추가소요(낭비)

설치 등에 대하여 집중호우 시 지하차도가 침수되지 않도록 「도로 배수시설 설계 및 관리지침」을 합리적으로 개정하고,

② 위 “1항”부터 “4항”까지와 같이 [별표 1]의 집수유역 면적이 과소 반영된 25개 지하차도, [별표 2]의 설계빈도가 과소 산정된 44개 지하차도, [별표 3]의 집수정 유입구의 규격이 부족한 12개 지하차도, [별표 4]의 수·배전반이 지하에 설치되어 침수 우려가 있는 7개 지하차도에 대하여는 해당 도로관리청으로 하여금 침수피해가 발생하지 않도록 배수펌프 용량을 증설하는 등 배수시설을 개선하게 하는 등의 방안을 마련하시기 바랍니다.**(통보)**

[별표 1]

집수유역 면적 부족 반영된 지하차도 현황

구분	연번	지하차도명	도로 관리청 (발주청)	설계 준공 연월	공사 준공 연도	침수유역 면적(㎡)			집수정 용량(㎥)			조치계획 검토안
						당초 설계 (A)	검토 결과 (B)	증가 면적 (B-A)	당초 설계 (C)	검토 결과 (D)	과부족 (C-D)	
연장 500m 이상 (14개)	1	장지 (종점)	서울특별시 동부사업소	2001. 11.	'17	3,400	6,120	2,720	280	564	-284	펌프용량 증설 (7㎥/min→14㎥/min)
	2	동부대로3	경기도 화성시	2011. 3.	'15	8,594	9,854	1,260	480	536	-56	펌프용량 증설 (16㎥/min→24㎥/min)
	3	동부대로6	경기도 화성시	2011. 3.	'15	8,442	10,098	1,656	480	516	-36	펌프용량 증설 (16㎥/min→20㎥/min)
	4	동부대로5	경기도 화성시	2011. 3.	'15	7,992	9,378	1,386	480	486	-6	보강 불필요
	5	능동	경기도 화성시	2005. 8.	'07	5,767	7,975	2,208	283	410	-127	펌프용량 증설 (14㎥/min→20㎥/min)
	6	권선	경기도 수원시	2005. 1.	'08	7,344	19,601	12,257	412	1,898	-1,486	펌프용량 증설 (7㎥/min→21㎥/min), 펌프 조기가동 (20분 이내)
	7	신풍	경기도 하남시	2001. 12.	'08	8,740	14,440	5,700	364	911	-547	펌프용량 증설 (10㎥/min→20㎥/min)
	8	진등	경기도 하남시	2006. 2.	'09	8,460	13,320	4,860	294	538	-244	펌프용량 증설 (14㎥/min→21㎥/min)
	9	해찬나래	인천광역시 경제청	2009. 1.	2013	12,850	14,225	1,375	787	873	-86	펌프용량 증설 (14㎥/min→21㎥/min)
	10	청라	인천광역시 경제청	2010. 8.	2014	12,103	15,808	3,705	921	1,443	-522	펌프용량 증설 (8㎥/min→12㎥/min)
	11	연제	광주광역시 도로과	2007. 5.	2011	10,248	13,817	3,569	294	487	-193	펌프용량 증설 (10㎥/min→15㎥/min)
	12	한길	경기도 파주시	2011. 6.	2011	6,340	13,795	7,455	660	728	-68	펌프용량 증설 (10.6㎥/min→15㎥/min)
	13	산내	경기도 파주시	2009. 2.	2014	7,350	11,025	3,675	683	2,435	-1,752	펌프용량 증설 (21㎥/min→35㎥/min), 펌프 조기가동 (15분 이내)
	14	장암	경기도 의정부시	2011. 7.	2016	8,433	12,843	4,410	936	986	-50	-

구분	연번	지하차도명	도로 관리청 (발주청)	설계 준공 연월	공사 준공 연도	침수유역 면적(㎡)			집수정 용량(㎥)			조치계획 검토안
						당초 설계 (A)	검토 결과 (B)	증가 면적 (B-A)	당초 설계 (C)	검토 결과 (D)	과부족 (C-D)	
침수 이력 (4개)	15	동천	울산종합 건설본부	1998. 4.	2006	3,719	9,338	5,619	264	423	-159	펌프용량 증설 (9㎥/min→12㎥/min), 펌프 조기가동 (20분 이내)
	16	숙곡	경기도 화성시	2009. 3.	2016	8,260	13,710	5,450	525	928	-403	펌프용량 증설 (9㎥/min→18㎥/min), 펌프 조기가동 (20분 이내)
	17	율리 (교통)	경상북도 칠곡군	2002. 12.	2010	2,738	4,242	1,504	36	93	-57	펌프 조기가동 (20분 이내)
	18	죽림	북구	2004. 4.	2004	2,575	3,565	990	118	146	-28	펌프 조기가동 (20분 이내)
설계·시공 중 (7개)	19	복합물류	서울지방 국토관리청	2006. 12.	2019	3,392	7,992	4,600	416	454	-38	펌프 조기가동 (20분 이내)
	20	주교	서울지방 국토관리청	2012. 7.	2019	8,200	11,800	3,600	555	693	-138	펌프용량증설 (9㎥/min→13.5㎥/min), 펌프 조기가동
	21	선산	부산지방 국토관리청	2011. 10.	2019	9,328	13,018	3,690	540	576	-36	펌프용량 증설 (9.9㎥/min→13.2㎥/min)
	22	효천 (임시)	한국토지 주택공사	2017. 2.	2019	9,262	16,292	7,030	498	563	-65	펌프용량증설 (14.8㎥/min→29.6㎥/min), 펌프 조기가동
	23	지하차도1 (미정)	한국토지 주택공사	2018. 2.	2018	8,681	11,747	3,066	458	729	-271	펌프용량 증설 (15㎥/min→30㎥/min), 펌프 조기가동
	24	신천	한국토지 주택공사	2015. 2.	2019	5,769	7,169	1,400	342	365	-23	-
	25	오송바이오 폴리스	한국철도 시설공단	2016. 5.	2019	13,348	16,097	2,749	713	864	-151	펌프용량 증설 (13.5㎥/min→18.0㎥/min)

주: 집수유역이 과소산정된 43개 지하차도(연장500m이상 25개, 침수이력 8개, 설계·시공중 10개)를 대상으로 분석

자료: 국토교통부 제출자료 재구성

[별표 2]

지하차도 배수시설 강우 설계빈도 적용 현황

(단위: 개)

구분	50년 이상			50년 미만				계
	50년	100년	소계	10년	20년	30년	소계	
연장 500m 이상 지하차도	12	1	13	3	26	3	32	45
침수이력이 있는 지하차도	3	-	3	3	2	3	8	11
건설 중인 지하차도	21	-	21	-	1	3	4	25
계	36	1	37	6	29	9	44	81

자료: 국토교통부 제출자료 재구성

[별표 3]

집수정 유입구 규격 부족한 지하차도 현황

연번	지하차도명	도로관리청	유입구 설치 현황			집수유역 면적 (㎡)		우수유입량 (㎥/min)		유출가능 용량 과부족[3] (㎥/min)	
			규격 (B×H 또는 D)	개소	유출가능 유량 (㎥/min) (A)	설계당시 면적기준	재검토[1]	설계당시 면적기준 (B)	재검토[2] (C)	설계당시 면적기준 (D=A-B)	재검토 (E=A-C)
1	동부대로4	경기도화성시	0.25	4	30.8	17,251	17,251	55.5	55.5	-24.7	-24.7
2	동부대로6	경기도화성시	0.25	4	30.8	8,442	10,098	27.2	32.6	3.6	-1.7
3	능동	경기도화성시	0.2	2	8.3	5,767	7,975	18.5	25.6	-10.2	-17.2
4	숙곡	경기도화성시	0.25	3	21.4	8,260	13,710	39.3	65.2	-17.9	-43.8
5	상구운	경기도수원시	0.15	6	12.6	10,431	10,431	37.9	37.9	-25.4	-25.4
6	금호	부산광역시강서구	0.25	3	17.5	12,240	12,240	25.4	25.4	-7.9	-7.9
7	봉무	대구광역시동구	0.2	2	8.3	10,800	10,800	24.5	24.5	-16.1	-16.1
8	청라	인천광역시경제청	0.25	4	26.1	12,103	15,808	28.6	37.4	-2.6	-11.3
9	한길	경기도파주시	0.25*0.5	2	33.2	6,340	13,795	21.8	47.4	11.4	-14.2
10	심학산	경기도파주시	0.3	2	16.8	9,923	12,985	34.9	45.6	-18.1	-28.9
11	책향기	경기도파주시	0.3	2	16.8	9,923	12,985	34.9	45.6	-18.1	-28.9
12	루원	인천광역시종합건설본부	0.15	6	14.1	24,093	24,093	57.5	57.5	-43.5	-43.5

주: 1. 이번 감사기간 중 적정 집수유역 면적 적용
2. 이번 감사기간 중 적정 집수유역 면적 및 우수유입량 적용
3. 분석 시 유입구의 형상에 따른 유량손실은 없는 것으로 가정
4. 설계당시 집수정 유입구 유출가능 용량이 우수유입량보다 부족한 경우는 10개(1, 3~8, 10~12)이고, 이번 감사시 도로의 하향 종단경사를 반영한 적정 집수유역 면적과 그에 따른 우수유입량을 추가하여 분석한 결과 12개가 집수정 유입구의 유출가능 용량이 우수유입량보다 부족한 것으로 나타남

자료: 국토교통부 제출자료 재구성

[별표 4]

침수이력 지하차도 침수전·후 수·배전반 설치위치 현황

연번	지하차도명	도로관리청	수·배전반 설치위치			
			최초 설치		침수 후	
			지하	지상	지하	지상
1	한빛	경기도 파주시	○	-	○	-
2	장기	경기도 김포시	○	-	-	○
3	강매	경기도 고양시	○	-	-	○
4	우정	울산 종합건설본부	-	○	-	○
5	상방	울산 종합건설본부	○	-	-	○
6	명촌	울산 종합건설본부	-	○	-	○
7	동천	울산 종합건설본부	-	○	-	○
8	세평	경기도 수원시	-	○	-	○
9	내성	부산광역시 동래구청	○	-	-	○
10	우장춘	부산광역시 동래구청	○	-	-	○
11	매여울	경기도 수원시	○	-	-	○
12	명곡	경상남도 창원시	○	-	-	○
13	남부	경상남도 양산시	○	-	-	○
14	고속종점	인천광역시 미추홀구	○	-	○	-
15	청수(풍세)	경기도 천안시 동남구	○	-	-	○
16	조치원	세종특별자치시	-	○	-	○
17	팔용1	경상남도 창원시	-	○	-	○
18	팔용2	경상남도 창원시	○	-	○	-
19	중촌1	경기도 남양주시	-	○	-	○

연번	지하차도명	도로관리청	수배전반 설치위치			
			최초 설치		침수 후	
			지하	지상	지하	지상
20	오송	충청북도	○	-	-	○
21	묵방	충청북도	○	-	-	○
22	충용사	충청북도 증평군	-	○	-	○
23	미암리	충청북도 증평군	-	○	-	○
24	성두리	충청북도 증평군	-	○	-	○
25	범일2	부산광역시 동구청	○	-	-	○
26	번영로	부산광역시 연제구청	○	-	-	○
27	이목	경기도 수원시	-	○	-	○
28	화산	경기도 수원시	-	○	-	○
29	숙곡	경기도 화성시	○	-	○	-
30	농성	광주 종합건설본부	○	-	○	-
31	운암	광주 종합건설본부	○	-	○	-
32	죽림	광주광역시 북구	○	-	○	-
33	소촌	광주광역시 광산구청	-	○	-	○
34	청당	충청남도 천안시 동남구	○	-	-	○
35	쌍용	충청남도 천안시 서북구	-	○	-	○
36	갈머리	경기도 고양시	-	○	-	○
계			21	15	7	29

주: 침수지하차도 41개 중 처음부터 수·배전반이 설치되지 않은 5개소는 제외
자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

개별처분요구안 (2)번

감 사 원

통 보

제 목 지하차도 침수위험도 평가 및 방재시설 설치기준 미비

소 관 기 관 국토교통부

조 치 기 관 국토교통부

내 용

국토교통부는 지하차도의 배수시설 설계 및 관리에 적용되는 「도로 배수시설 설계 및 관리지침」(이하 "배수시설지침"이라 한다)과 도로터널(지하차도 포함) 방재시설의 계획·설계·시공 및 관리 시 적용해야 할 최소한의 기술기준을 규정한 「도로터널 방재시설 설치 및 관리지침」(이하 "방재관리지침"이라 한다)을 제정·운용하고 있다.

1. 지하차도 침수위험도 평가기준 미비

배수시설지침 'Ⅲ. 도시지역 도로배수시설'의 6.1 및 6.2 등에 따르면 지하차도의 침수로 인한 구조물의 기능저하를 방지하기 위해 집수정 및 펌프용량 등의 적정한 시설규모를 산정하도록 되어 있으며, 지하차도 진입구간의 면적과 주변 지역의 지형, 인접한 배수시설, 도로의 종단경사를 고려하여 산출한 집수유역 면적과 강우강도[21]에 따라 산출된 우수유입량[22]을 기준으로 배수시설 규모를 결정하도록 되어 있다.

그런데 지하차도를 설치한 후 공용 기간 중에 지하차도 진입 구간과 주변 지역의

21) 일정기간 동안 내린 강우량을 단위시간에 내리는 강우량(㎜/hr)으로 표시한 것
22) 우수 유입량(Q)을 산출하기 위한 경험식(Q=C·I·A/3.6)으로 강우의 유출계수(C, 포장면의 경우 0.9)와 시간당 강우강도(I), 그리고 집수유역 면적(A)에 비례함

지형 등에 의해 산출되는 집수유역 면적은 주변 지역 개발이나 도로를 신설하여 지하차도가 있는 도로에 연결하는 등 여건 변화에 따라 증가할 수 있고, 강우강도는 기후변화에 따른 강수량의 변화로 증가하거나 감소할 수 있을 뿐만 아니라, 설계기준 등의 강화로 지하차도 최초 건설 당시의 집수유역 면적 등이 달라져 지하차도에 유입되는 우수유입량이 변화할 수 있다.

한편 국토교통부는 공용 중인 도로터널(지하차도 포함)의 경우 방재등급을 주기적으로 평가한 후 방재시설 조정 방안을 마련하여 화재 등 비상시에 대비한 방재시설을 운영하도록 방재관리 지침을 제정·운용하는 등 [표 3]과 같이 공용 중인 시설에 대하여 위험도 평가 등을 실시한 후 기존 시설을 보강할 수 있도록 관련 제도를 운용하고 있다.

[표 3] 위험도 평가 등 제도 운용 현황

분야	관련 규정	평가 주기	세부 내용
터널	방재관리 지침	개통 후 최초 10년, 향후 매 5년	도로관리청은 방재시설 설치를 위한 터널등급 중 교통량 등 터널의 제반 위험인자를 고려한 위험도지수를 기준으로 하는 방재등급을 주기적으로 재평가한 후 결과에 따라 방재시설 조정
하천	「하천법」	10년 단위 수립, 5년마다 타당성 검토	하천관리청은 하천 정비를 완료한 후에도 강수량 변화를 조사하여 계획홍수량 및 계획홍수위 등을 재검토하고 변화된 계획홍수위보다 낮은 하천시설(제방 등)에 대해 정비공사재시행
내진	「지진·화산재해대책법」	5년	내진설계 대상 시설물 중 관련 법령이 제정되기 전에 설치되었거나 법령 제정 이후 내진설계기준이 강화된 시설물의 내진성능 향상을 위해 주기적으로 내진보강기본계획(행정안전부)을 수립하고 국토교통부 등 재난관리 책임기관으로 하여금 내진보강대책을 마련·추진하도록 함

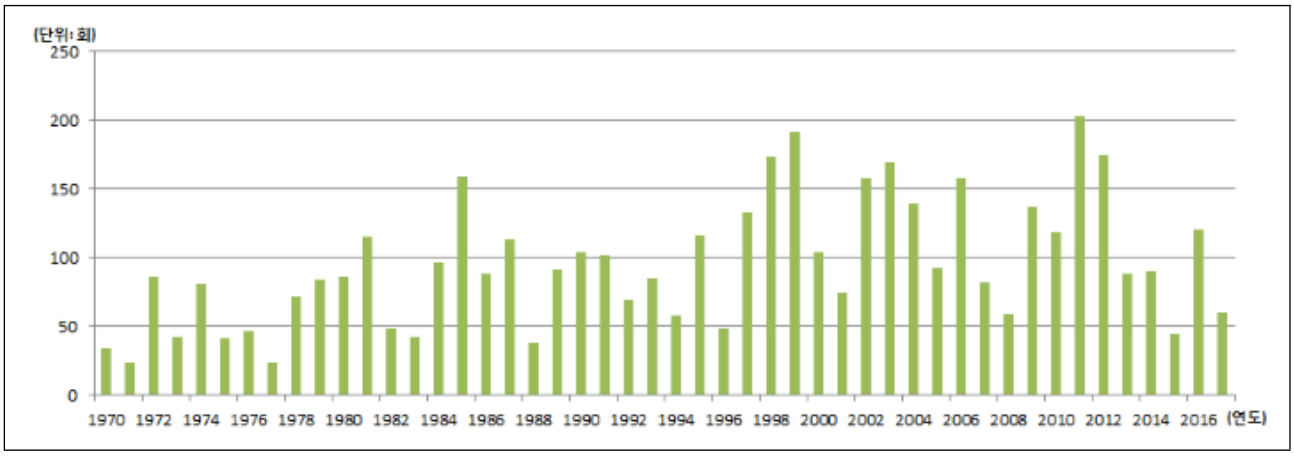
자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

따라서 국토교통부는 공용 중인 지하차도에 대하여 주기적으로 집수 유역 면적, 강우강도 및 설계기준 등을 조사하여 우수유입량을 재산정한 후 이를 토대로 배수시설(집수정 및 배수펌프) 용량의 타당성을 검토하여 침수 등 재해에 대비한 적정 배수시설을 갖출 수 있도록 지하차도 침수위험도 평가기준을 마련하는 것이 타당하다.

한편 우리나라의 최근 10년간(2008~2017년) 여름철(6~8월) 평균 강수량(649㎜)은 연평균 강수량(1,226.6㎜)의 53%에 달하고, 평년[23](1981~2010년) 여름철 평균 강수량(723.2㎜)도 연평균 강수량(1,307.7㎜)의 55%를 차지하고 있다.

그리고 최근 기후변화로 인하여 홍수, 국지성 호우가 증가하는 추세이며, 1일 100㎜ 이상의 집중호우가 발생한 빈도는 [도표]와 같이 2000년 이전에 연평균 83회에서 2000년 이후에는 연평균 115회로 1.38배 증가하였다.

[도표] 연도별 집중호우 발생 횟수



자료: 감사대상기관자료재구성

그런데 국토교통부는 기후변화 등에 의한 강수량 증가로 매년 침수가 발생하거나 침수될 우려가 있는 지하차도에 대하여는 공용 기간 중 변화된 여건을 반영하여 배수시설을 개선하도록 하는 지하차도 침수위험도 평가 제도를 마련하지 않고 있다.

이에 실제로 이번 감사기간(2018. 10. 29.~11. 9.) 동안 총연장 500m 이상 대도시권 지하차도(121개)와 과거 침수 이력이 있는 지하차도(41개) 등 계 156개(6개 중복) 중 2012년 배수시설지침 "제6장 도시부 지하차도 배수"의 신설·개정[24] 이전에 설계된

23) 기상 평년값 산출의 기간은 30년으로, 한 사람의 사회활동 기간과 거의 비슷한 데서 착안

24) 유역면적은 지하차도 진입구간의 면적과 함께 주변 지역의 지형, 인접 배수시설, 도로의 종단경사를 고려하여 산정하고, 강우강도 산정에 사용되는 설계빈도는 50년 이상을 적용하는 것이 바람직한 것으로 규정하여 설계당시 강우강도 산정에 사용하였던 설계빈도가 상향(설계빈도 20~30년→50년)된 것으로 검토

지하차도 16개를 대상으로 집수유역 면적, 강우강도, 기준 강화에 따른 적정 우수 유입량을 산출하여 배수시설 규모의 적정성을 검토한 결과, 경기도 화성시에 있는 능동지하차도 등 7개 지하차도의 경우에는 [표 1]과 같이 집수유역 면적이 변경(증가)[25]되어 펌프용량 증설이 필요하거나 펌프를 조기에 가동(비상운영)할 필요가 있는 것으로 나타났으며, 대구광역시 동구에 있는 봉무지하차도 등 2개 지하차도의 경우 [표 2]와 같이 집수유역 면적은 증가하지 않았으나 설계빈도 상향으로 강우강도가 증가하여 펌프용량 증설이 필요하거나 펌프를 조기에 가동하는 등 비상운영이 필요한 것으로 나타났다.

[표 1] 집수유역 면적 증가에 따른 지하차도 배수시설 규모 재검토

(단위: ㎥)

지하차도명	도로관리청	현재 집수정 용량(A)	재검토 집수정 용량(B)			검토 결과
			당초 유역 면적 적용	변경 유역 면적 적용(B)	과부족 (C=A-B)	
능동	화성시	283	316	466	-183	▪ 펌프 용량 증설: 14㎥/min→21㎥/min ▪ 펌프 조기 가동: 우수유입후 30분→20분
권선	수원시	412	467	2,369	-1,957	▪ 펌프 용량 증설: 14㎥/min→25㎥/min ▪ 펌프 조기 가동: 우수유입후 30분→20분
신풍	하남시	364	464	1,216	-852	▪ 펌프 용량 증설: 10㎥/min→20㎥/min ▪ 펌프 조기 가동: 우수유입후 30분→20분
진등	하남시	294	216	770	-476	▪ 펌프 용량 증설: 14㎥/min→21㎥/min ▪ 펌프 조기 가동: 우수유입후 30분→20분
산내	파주시	683	1,518	3,320	-2,637	▪ 펌프 용량 증설: 21㎥/min→35㎥/min ▪ 펌프 조기 가동: 우수유입후 30분→20분
동천	울산종합 건설본부	264	139	465	-201	▪ 펌프 용량 증설: 9㎥/min→13.5㎥/min ▪ 펌프 조기 가동: 우수유입후 30분→20분
죽림	광주광역시 북구	118	111	154	-36	▪ 펌프 조기 가동: 우수유입후 30분→20분주)

주: 필요 집수정 용량과 기존에 설치된 집수정 용량의 차이가 작아 펌프 조기 가동만으로도 우수 배출이 가능함

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

25) 이번에 분석한 7개 지하차도의 경우 설계도서 확보가 가능한 지하차도 중 설계시점이 최소 9년 이상 경과된 것으로서 설계기준 강화에 따라 집수유역 면적이 증가하여 집수정 용량이 부족한 것으로 나타남

[표 2] 설계빈도 상향(20년→50년)에 따른 지하차도 배수시설 규모 재검토

(단위: ㎥)

지하차도명	도로관리청	현재 집수정 용량(A)	재검토 집수정 용량(B)			검토 결과
			당초 유역 면적 적용	변경 유역 면적 적용	과부족 (C=A-B)	
봉무	대구광역시 동구	501	578	-	-77	▪ 펌프 용량 증설: 13.2㎥/min→17.6㎥/min
외발산	서울특별시 강서사업소	562	606	-	-44	▪ 펌프 조기 가동: 우수유입후 30분→20분

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

또한, 국토교통부가 2012년 배수시설지침 개정 시 고시한 전국 68개 관측소별 강우강도(50년 빈도 기준)를 2003년에 배수시설지침을 제정할 때 고시한 강우강도와 비교한 결과, 강수량의 변화에 따라 [별표 1] "관측소별 강우강도 증감현황"과 같이 속초 등 45개 관측소의 강우강도가 평균 6.53㎜/h(9.3%) 정도 증가(23개 관측소는 평균 5.5㎜/h 감소)하여 지하차도 우수유입량이 증가하므로 45개 관측소가 설치된 지역에 있는 지하차도의 배수시설(집수정, 배수펌프) 용량이 부족할 것으로 분석되었다.[26)]

그 결과 도로관리청은 최초 설치된 지하차도 배수시설에 대한 타당성을 검토한 후에 이를 토대로 배수시설을 개선하는 등 조치를 취하여야 하는데도 그대로 운영하다가 침수 등 사고가 발생한 이후에야 재해복구사업을 시행하고 있으나, 이마저도 대부분 침수 원인을 규명하거나 배수시설의 타당성을 제대로 검토하지 않고 원상 복구 위주의 사후 조치만 시행하고 있어 매년 집중호우에 의한 침수피해가 반복될 우려가 있다.

26) 지하차도 배수시설 용량을 결정하기 위해 산출하는 해당 지점의 강우강도는 국토교통부에서 고시한 강우강도를 기준으로 수문분석 등을 하여야 산출이 가능하여 이번 감사기간 중에는 시간상 제약 등의 사유로 직접 배수시설 용량 재검토를 하지 아니함

유사사례

○ 경기도 수원시에 있는 화산지하차도의 경우 침수 후 측구 준설 등 단순 복구만 실시하였고, 부산광역시에 있는 범일2지하차도 등 6개 지하차도의 경우에도 침수 원인 분석 및 시설 개선 없이 최초 배수시설을 계속 운영

○ 부산광역시에 있는 우장춘지하차도의 경우 침수 발생(사망 2명) 이후에야 집수유역 면적 및 배수시설 규모를 검토하여 펌프 용량 증설 등 재해복구사업 시행

2. 지하차도 침수 대비 방재시설 설치기준 미비

지하차도의 경우 U자형 종단선형의 지하구조물이라는 특성으로 인하여 호우시 배수시설지침에 따라 산정한 배수시설 용량 이상의 우수가 유입될 경우 침수가 발생할 가능성이 높고 이 경우 도로기능이 상실되어 도로이용이 불가능하게 되거나 인적·물적 피해가 발생할 수 있다.

그리고 지하차도 내에 비상경보설비, 긴급전화, CCTV 등 경보설비와 비상조명등, 유도등 등의 피난대피시설을 설치하지 않은 지하차도의 경우 관리자는 지하차도 내 침수 등 비상상황을 알 수 없고, 이용자는 안전 대피에 필요한 환경이 조성되지 않아 신속하고 안전하게 대피할 수 없을 뿐만 아니라, 지하차도 외부에 진입차단시설이 설치되어 있지 않으면, 차량이 침수된 지하차도에 그대로 진입하여 2차 사고 등 피해가 확대될 수 있다.

따라서 지하차도는 연장과 무관하게 지하차도 외부에서 우수가 유입되어 침수되고 지하차도의 방재시설은 연장과 관련 없이 지하차도 특성에 따른 침수 가능성 등을 고려하여 침수 발생 시 지하차도에 있거나 진입하고자 하는 이용자 등의 피해를 방지할 수 있도록 수방(水防) 측면에서 필요한 방재시설을 검토하여 설치기준을 마련하는 것이 타당하다.

그런데 국토교통부는 2009년 8월 방재관리 지침을 제정하면서 지하차도 침수에 의한 재해를 고려하지 아니한 채 화재에만 대비하여 [별표 2] “등급별 방재시설 설치 기준”과 같이 총 5개 분야 24종의 방재시설을 선정하고, 이를 터널연장을 기준으로 하는 연장등급과 교통량 등 화재 위험인자를 고려한 위험도 지수를 기준으로 하는 방재등급에 따라 설치·운영하도록 규정[27]하였다.

한편 최근 5년간(2013년~2018년 8월) 지하차도 41개소에서 총 47회의 침수가 발생하였는데 침수 지하차도 중 터널구간의 연장과 진·출입구간 연장을 포함한 총연장 500m 이상의 지하차도는 7개(14.9%)이나, 이 중 1개(2.4%) 지하차도(장기지하차도)만 터널구간의 연장이 500m 이상(총연장 2,220m, 터널연장 740m 및 590m)으로서 방재관리 지침에 따른 연장등급이 3등급(터널연장 500m 이상 1,000m 미만)에 해당되어 경보설비, 피난대피설비, 비상전원설비 등의 방재시설을 설치할 수 있는 것으로 나타났고, 나머지 총연장 500m 미만인 40개(97.6%) 지하차도(연장등급 4등급, 터널연장 500m 미만)의 경우에는 방재관리 지침에 따라 설치하여야 하는 필수 방재설비가 침수와는 관련 없는 소화설비(소화기)만 해당하는 것으로 나타났다.

이와 같이 지하차도의 침수에 대비한 방재시설 설치기준 미비로 지하차도에 최소한의 방재시설이 설치되지 않아 호우에 의한 지하차도 침수 시 차량이 침수된 지하차도에 진입하거나 진입한 차량의 탑승자가 신속하고 안전하게 탈출하지 못해 인적·물적 피해 등이 발생할 우려가 있다.

---

27) 국토교통부가 2015년 12월 사단법인 한국터널지하공간학회에의뢰하여 제출받은 “도로터널 방재시설 설치 및 관리지침 개정 연구”에 따르면 최근 8년간(2007~2014년) 터널에서 총 102건의 화재사고가 발생하였고, 이 중 연장 2,500m 이상의 터널에서 발생한 매 터널당 평균사고 건수(0.808건, 일방향 기준)는 연장 500m 미만의 터널에서 발생한 사고 건수(0.031건, 일방향 기준)의 26배에 달하는 등 지하차도를 제외한 일반터널은 연장에 비례하여 화재에 의한 재해발생 위험이 높아 연장이 긴 터널일수록 설치 대상 방재설비가 더 필요한 것으로 나타남

이에 이번 감사기간(2018. 10. 22.~11. 9.) 중 터널 내 화재에 대비하여 방재관리 지침에서 설치하도록 규정된 방재시설(5개 분야 24종)을 지하차도에도 침수에 대비하여 방재시설로 설치할 필요가 있는지를 검토한 결과, [표 5]와 같이 경보설비 등 3개 분야 12종의 방재시설은 관리자가 침수 등 비상 상황을 인지하고, 이용자가 침수된 지하차도에 진입하는 것을 통제하거나 지하차도에 진입한 후 침수 발생 시 신속하고 안전하게 대피할 수 있는 환경을 조성하여 재해를 예방할 수 있도록 지하차도 연장과 관련 없이 수방(水防) 측면에서 설치할 필요성이 높은 것으로 나타났다.

[표 5] 수방 측면에서 재해예방을 위해 필요한 방재시설

분야	세부시설	기능	대상
경보설비	비상경보설비	비상시 지하차도 내부 또는 관리소 등에 경보를 발령하여 비상 상황을 통보하는 설비	관리자 이용자(지하차도 내부)
	비상방송설비	비상시 관리소 등에서 지하차도 내부에 설치된 스피커를 통하여 방송하는 설비, 차량 통제를 위해 외부 설치 가능	관리자 이용자(지하차도 내·외부)
	긴급전화	지하차도 이용자가 별도의 다이얼 조작 없이 사고 발생을 관리자에게 연락	관리자 이용자(지하차도 내부)
	CCTV	카메라 및 모니터를 통하여 지하차도 입출구 및 내부 상황을 감시하고 녹화	관리자
	영상유고감지설비	지하차도에서 카메라가 실시간으로 제공하는 영상을 분석하여 비상 상황을 자동으로 구분하고 관리자에게 경보	관리자
	라디오재방송설비	지하차도 내 비상시 라디오 긴급방송 및 라디오방송과 지상파 방송 등을 중계	관리자 이용자(지하차도 내부)
	정보표지판	비상시 각종 정보를 운전자에게 전달하는 수단으로 진입금지를 지시	관리자 이용자(지하차도 외부)
	진입차단설비	비상시 지하차도로 진입하는 차량을 차단하기 위하여 설치하는 표지(스크린 또는 기타 장치)	관리자 이용자(지하차도 외부)
피난대피설비	비상조명등	정전 시에도 안전하고 원활한 대피활동을 할 수 있도록 지하차도 내에 설치하는 자동 점등이 되는 조명등	이용자(지하차도 내부)
	유도등	대피자를 안전지역으로 유도하기 위해 대피시설 및 출구까지의 거리와 방향, 위치 등의 정보를 제공하는 내조식 표지판	이용자(지하차도 내부)
비상전원설비	무정전전원설비	지하차도 내 정전이 발생하는 경우 비상발전기의 전원공급 개시 전 및 비상발전기 가동 정지 후 방재설비에 비상전원 공급	이용자(지하차도 내부)
	비상발전설비	지하차도 내 정전이 발생하는 경우 방재설비에 비상전원 공급	이용자(지하차도 내부)

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

유사 사례

○ **(국내사례)** 부산광역시의 경우 2014년 8월 침수된 우장춘지하차도 등 12개 지하차도에 대한 개선대책으로 지하차도에 비상상황 발생 시 진입 차단 등의 정보를 제공하는 정보표지판 및 경광등을 설치·운영 중

○ **(해외사례)** 캐나다의 경우 여름철 폭풍우에 지하차도 수위가 수분 만에 상승할 수 있는 점을 고려하여 2016년 7월 침수된 Whitemud Drive 지하차도에 비상상황, 진입 차단, 대체 경로 등을 안내하는 경고시설로 정보표지판을 설치·운영 중

관계기관 의견 국토교통부는 감사결과를 수용하고 집중호우 시 지하차도에 침수 피해가 발생하지 않도록 지하차도 침수위험도 평가 및 수방 측면에서의 방재시설 설치와 관련하여 배수시설 지침 및 방재시설 지침의 개정 방안을 마련하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 **국토교통부장관**은

① 지하차도 내 우수유입량을 결정하는 유역 면적 및 강우강도의 변화를 주기적으로 검토하여 적정한 배수시설을 운영할 수 있도록 지하차도 침수위험도 평가기준 및 평가제도를 마련하고

② 지하차도 침수 발생 시 재해를 예방할 수 있도록 수방측면에서 필요한 방재시설의 설치기준을 마련하시기 바랍니다.**(통보)**

[별표 1]

관측소별 강우강도 증감현황

연번	지역	2003년 기준		2012년 기준		증감	
		50년 빈도	100년 빈도	50년 빈도	100년 빈도	50년 빈도	100년 빈도
1	속초	56.5	62.2	62.2	68.6	5.7	6.4
2	철원	64.3	69.9	77.8	85.1	13.5	15.2
3	대관령	50.3	55.1	56.9	62.1	6.6	7
4	춘천	66	72.6	68.5	74.8	2.5	2.2
5	강릉	60.2	66.7	71	78.5	10.8	11.8
6	서울	102.8	114.6	99.2	110	-3.6	-4.6
7	인천	89	98.7	88	97.2	-1	-1.5
8	원주	86	95.1	80.6	87.6	-5.4	-7.5
9	울릉도	61.8	69.7	65.3	72.7	3.5	3
10	수원	81.1	88.8	85.7	94	4.6	5.2
11	서산	70	76.9	81.4	89.8	11.4	12.9
12	울진	51.9	57.6	52.5	57.6	0.6	0
13	청주	75	82.6	76.6	83.8	1.6	1.2
14	대전	88.4	97.2	80.9	88.3	-7.5	-8.9
15	추풍령	57.9	63.5	58	63.3	0.1	-0.2
16	안동	57.5	63.7	62.7	68.9	5.2	5.2
17	포항	62.9	69.8	66	73.3	3.1	3.5
18	군산	68.9	75.3	74.6	81.4	5.7	6.1
19	대구	71	78.5	71.1	78.5	0.1	0
20	전주	88.1	97.6	90.2	99.8	2.1	2.2
21	울산	79.3	88.5	78.5	87.3	-0.8	-1.2
22	창원	92.8	103	84.9	93.5	-7.9	-9.5
23	광주	75.2	82.9	81.3	89.5	6.1	6.6
24	부산	97.6	109.2	97.4	108.2	-0.2	-1
25	통영	76.5	85.1	77	93.2	0.5	8.1
26	목포	62.5	68.4	65.1	71	2.6	2.6
27	여수	78.8	87.3	75.4	82.9	-3.4	-4.4
28	완도	91.4	100.8	85.4	93.6	-6	-7.2
29	제주	79.1	87.4	81.9	90.3	2.8	2.9
30	고산	61.4	67.2	65.5	71.5	4.1	4.3
31	성산	111	123.4	117.6	130.5	6.6	7.1
32	서귀포	84.1	92.2	79.3	86.7	-4.8	-5.5
33	진주	83.4	91.8	79.4	86.7	-4	-5.1

연번	지역	2003년 기준		2012년 기준		증감	
		50년 빈도	100년 빈도	50년 빈도	100년 빈도	50년 빈도	100년 빈도
34	강화	119.5	133.8	110.3	122	-9.2	-11.8
35	양평	92.6	102.6	86.2	94.7	-6.4	-7.9
36	이천	73.4	80.8	81.7	89.3	8.3	8.5
37	인제	66.3	73.3	9	73.7	0.6	0.4
38	홍천	67.9	71	78.2	85.6	10.3	14.6
39	태백	66.7	73.1	73	80.5	6.3	7.4
40	제천	80.5	89.9	86	94.9	5.5	5
41	충주	87.7	97.9	82	90.3	-5.7	-7.6
42	보은	75.2	82.9	81.3	89.4	6.1	6.5
43	천안	82.5	91.6	77.7	85	-4.8	-6.6
44	보령	91.2	100.5	93.4	102.7	2.2	2.2
45	부여	10.3	114.6	91.4	100.9	-11.6	-13.7
46	금산	68.8	75.3	76.9	84.3	8.1	9
47	부안	101.5	113.3	88.5	97.7	-13	-15.6
48	임실	75.2	82.8	70.6	76.5	-4.6	-6.3
49	정읍	75.2	82.6	89.1	98.2	13.9	15.6
50	남원	82.7	92.1	75.7	82.6	-7	-9.5
51	장수	74.3	82.4	78.3	85.3	4	2.9
52	주암	65	71.1	86.3	95.1	21.3	24
53	장흥	86.4	95.4	86.7	95.6	0.3	0.2
54	해남	81.4	90.2	81.1	89.5	-0.3	-0.7
55	고흥	89.8	99.8	101.9	113.4	12.1	13.6
56	봉화	78.3	85.8	81	89.1	2.7	3.3
57	영주	79.1	88.2	71.1	78.2	-8	-10
58	문경	50.9	55.7	71.5	78.3	20.6	22.6
59	영덕	48.7	53.3	60.8	67.2	12.1	13.9
60	의성	60.3	66.9	65.4	71.7	5.1	4.8
61	구미	57.1	62.9	61.7	67.5	4.6	4.6
62	영천	70.3	78.1	66.1	72.9	-4.2	-5.2
63	거창	63.5	70	71.7	79.1	8.2	9.1
64	합천	76.5	85.3	84.1	93	7.6	7.7
65	밀양	84.3	95	77.5	85.4	-6.8	-9.6
66	산청	73.5	81.2	82.6	91.2	9.1	10
67	거제	81.9	90.1	92.9	102.2	11	12.1
68	남해	75.7	82.4	89.6	98.2	13.9	15.8

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

[별표 2]

등급별 방재시설 설치기준

방재시설 \ 터널등급			1등급	2등급	3등급	4등급	비고
소화설비	소화기구		●	●	●	●	
	옥내소화전설비		●○	●○			연장등급, 방재등급 병행
	물분무설비		○				
경보설비	비상경보설비		●	●	●		
	자동화재탐지설비		●	●			
	비상방송설비		○	○	○		
	긴급전화		○	○	○		
	CCTV		○	○	○	△	△: 200m 이상 터널
	영상유고감지설비		△	△	△		
	라디오재방송설비		○	○	○	△	△: 200m 이상 터널
	정보표시판		○	○			
	진입차단설비		○	○			
피난대피설비	비상조명등		●	●	●	△	△: 200m 이상 터널
	유도등		○	○	○		
	대피시설	피난연결통로	●	●	●		
		피난대피터널[1]	●	△			1등급: 피난대피터널을 우선 적용 2등급: 격벽분리형피난대피통로를우선적용
		격벽분리형 피난대피통로[1]	△	●	●		
		비상주차대	○	○			
소화활동설비	제연설비		○	○			
	무선통신보조설비		●	●	●	△[2]	
	연결송수관설비		●○	●○			연장등급, 방재등급 병행
	(비상)콘센트설비		●	●	●		
비상전원설비	무정전전원설비		●	●	●	△[3]	
	비상발전설비		●○	●○	△		연장등급, 방재등급 병행

주: 1. 피난연결통로의 설치가 불가능한 터널에 설치

2. 4등급 터널의 경우, 재방송설비가 설치되는 경우에 병용하여 설치함

3. 4등급 터널은 방재시설이 설치되는 경우에 시설별로 설치함

● 기본시설 : 연장등급에 의함 ○ 기본시설 : 방재등급에 의함

△권장시설 : 설치의 필요성 검토에 의함

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

개별처분요구안 (3)번

감 사 원

통 보

제 목 **지하차도 방재시설 설치 및 관리 부적정**

소 관 기 관 국토교통부

조 치 기 관 국토교통부

내 용

국토교통부는 2009년 8월 도로터널 방재시설의 계획·설계·시공 및 관리에 적용할 최소한의 기술기준을 규정하기 위해 「도로터널 방재시설 설치 및 관리지침」(2016. 8. 12. 국토교통부 예규 제139호로 개정, 이하 "방재관리지침"이라 한다)을 제정하고, 각 도로관리청으로 하여금 방재관리 지침에 따라 터널(지하차도 포함)에 방재시설을 설치·관리하게 한 후, 이를 지도·감독하고 있다.

또한 「도로법」 제98조 제1항 등에 따르면 국토교통부는 도로의 구조를 보전하거나 교통의 위험을 방지하기 위하여 특히 필요하다고 인정되는 경우 지방도, 시도 등의 도로관리청[28]으로 하여금 필요한 조치를 할 것을 명할 수 있도록 되어 있다.[29]

---

28) 일반국도의 경우 국토교통부장관(시 관할구역의 동 지역에 있는 일반국도는 해당 시장), 지방도의 경우 시·도지사(시 관할구역의 동 지역에 있는 지방도는 해당 시장), 시도의 경우에는 특별자치시장이 도로관리청이 되는 시도로 한정함

29) 시도(특별자치시장이 도로관리청인 시도는 제외함), 군도·구도에 대하여는 특별시장·광역시장 또는 도지사가 해당 도로관리청으로 하여금 필요한 처분이나 조치를 할 것을 명할 수 있도록 규정되어 있음

1. 지하차도 방재시설 설치 부적정

가. 터널(지하차도) 등급별 필수 방재시설 부족

방재관리지침 2.3.1.에 따르면 방재시설 설치를 위한 터널등급은 [표 1]과 같이 터널 연장을 기준으로 하는 연장기준 등급(이하 "연장등급"이라 한다)과 교통량 등 터널의 제반 위험인자를 고려한 위험도지수[30] 기준 등급(이하 "방재등급"이라 한다)으로 구분하여 산정·관리하도록 규정되어 있다.

[표 1] 터널등급 분류 기준

등급	연장등급(터널연장기준)	방재등급(위험도지수 기준)
1	연장 3,000m 이상	위험도지수>29
2	연장 1,000m 이상, 3,000m 미만	19<위험도지수≤29
3	연장 500m 이상, 1,000m 미만	14<위험도지수≤19
4	연장 500m 미만	위험도지수≤14

자료: 「도로터널 방재시설 설치 및 관리지침」 참고

그리고 방재관리지침 2.3.3.에 따르면 터널 내 화재 등 재난사고에 대비한 소화설비 등의 방재시설은 [표 2]와 같이 연장등급에 의하여 설치하는 시설과 방재등급에 의해서 설치하는 시설로 구분되며, 이 중 연장등급 3등급 이상 터널에 소화기구 등을 설치하고 방재등급 3등급 이상 터널에는 비상방송설비 등을 설치하도록 하는 등 [별표 1] "터널 등급(연장·방재등급)별 방재시설 설치 기준"과 같이 터널(지하차도) 등급(연장·방재등급)별로 방재설비를 설치하도록 규정되어 있다.

30) 위험도지수는 주행거리 계(터널연장×교통량), 터널 제원(종단경사, 터널높이, 곡선반경), 대형차 혼입률, 위험물의 수송에 대한 법적 규제(대형차 통과대수, 위험물수송차량에 대한 감시시스템, 위험물수송차량에 대한 유도시스템), 정체정도(터널 내 합류/분류, 터널전방 교차로(IC, JCT/신호등/TG), 통행방식(대면통행, 일방통행)을 잠재적인 위험인자로 하여 산정함

[표 2] 연장등급 및 방재등급에 따른 방재시설 종류

필수 방재시설		구분	필수 방재시설			구분
소화설비	소화기구	●	피난대피설비	비상조명등		●
	옥내소화전설비	●, ◌		유도등		◌
	물분무설비	◌		피난대피시설	피난연결통로	●
경보설비	비상경보설비	●			피난대피터널	●
	자동화재탐지설비	●			격벽분리형 피난대피터널	◌
	비상방송설비	◌			비상주차대	◌
	긴급전화	◌	소화활동설비	제연설비		◌
	CCTV	◌		무선통신보조설비		●
	영상유고감지설비	◌		연결송수관설비		●, ◌
	라디오재방송설비	◌		비상콘센트설비		●
	정보표시판	◌	비상전원설비	무정전전원설비		●
	진입차단설비	◌		비상발전설비		●, ◌

주: 구분란의 "●"는 연장등급, "◌"는 방재등급에 의하여 설치하는 방재시설임
자료: 「도로터널 방재시설 설치 및 관리지침」 참고

따라서 도로관리청은 방재관리지침 2.3.3.에 따라 터널(지하차도) 등급에 맞는 방재시설을 빠짐없이 설치하여야 하고, 국토교통부는 이를 지도·감독하는 것이 타당하다.

이번 감사원 감사기간(2018. 10. 22.~11. 9.) 동안 공용 중인 지하차도 중 터널 등급이 3등급 이상(지하차도 전체 연장 중 터널구간 연장 500m 이상)인 지하차도 28개를 대상으로 필수 방재시설을 적정하게 설치·운영하고 있는지 점검한 결과, 용인시 수지구에 있는 신대지하차도(터널구간 연장 680m)의 경우 터널등급(3등급)에 해당하는 필수 방재시설 중 소화기구, 비상경보설비, 피난연결통로 등이 설치되어 있지 않은 등 [별표 2] "터널 등급(연장 또는 방재등급) 3등급 이상 지하차도 필수 방재시설 부족설치 현황"과 같이 용인시 등 도로관리청은 총 8개 지하차도에 필수 방재시설을

부족하게 설치·운영하고 있었고 이에 대해 국토교통부는 별다른 조치를 하지 않고 그대로 두고 있었다.

나. 피난연결통로가 없는 터널(지하차도) 내 제연설비 미설치

방재관리지침 6.1.2.(5)항에 따르면 연장등급이 3등급 이상이고 피난대피시설(피난연결통로)이 미흡한 터널(지하차도)은 제연설비 또는 제연보조설비(이동식 배연팬 등)를 추가 설치하도록 규정되어 있다.

이번 감사원 감사기간 동안 연장등급이 3등급 이상인 지하차도 총 28개 중 피난연결통로가 설치되지 않은 외발산지하차도 등 8개 지하차도를 대상으로 제연설비 설치여부를 점검한 결과, 서울특별시 등 7개 도로관리청은 [표 3]과 같이 3개 지하차도에만 제연설비를 설치하고 나머지 5개 지하차도에는 제연설비를 설치하지 않았고, 이에 대해 국토교통부는 별다른 조치를 하지 않고 그대로 두고 있었다.

[표 3] 피난연결통로가 없는 지하차도(3등급 이상) 중 제연설비 미설치 현황

(단위: m)

관리기관	지하차도명	지하차도 총연장 (터널구간 연장)	제연설비 설치여부
서울특별시	외발산지하차도	1,015(620)	×
성남시	백현지하차도	1,400(897)	○
수원시	효원지하차도	840(540)	×
화성시	능동지하차도	919(603)	○
	하나지하차도	830(500)	×
용인시	신대지하차도	680(680)	×
과천시	남태령지하차도	920(570)	○
인천광역시 부평구	송내지하차도	1,110(715)	×

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

다. 터널(지하차도) 방재등급 미평가

방재관리지침 2.3.1.항과 2.3.2.항에 따르면 터널의 방재등급은 개통 후 최초 10년(공용 중인 터널은 방재관리 지침 제정 즉시), 향후 5년 단위로 실측교통량을 반영하여 재평가한 후 방재등급이 연장등급보다 1단계 이상 높으면 1단계 상위등급을 적용하여 방재시설의 조정을 검토할 수 있도록 되어 있다.

따라서 도로관리청은 방재관리지침 제정(2009. 8. 24.) 이전부터 공용 중인 터널(지하차도)에 대하여 즉시 위험도 지수를 산출하여 방재등급을 평가하고 5년 마다 재평가하여 방재등급이 상향조정될 경우에는 방재시설을 추가 설치하는 등 적정한 조치를 하여야 하며, 국토교통부는 이를 지도·감독하는 것이 타당하다.

그런데 연장등급 3등급 이상(연장 500m 이상)인 지하차도를 대상으로 점검한 결과, 과천시 등 4개 도로관리청은 [표 4]와 같이 연장등급이 3등급 이상인 18개[31] 지하차도 중 4개에 대하여 방재관리지침 제정 후 9년 2개월이 지나도록 방재등급을 평가하지 않았고, 이에 대해 국토교통부는 별다른 조치를 하지 않고 그대로 두고 있었다.

[표 4] 지하차도(연장 3등급 이상) 방재등급 미평가 현황

(단위: m)

연번	관리기관	지하차도명	준공연도	터널연장	연장등급	방재등급 평가
1	과천시	남태령	2003	570	3	**미평가**
2	용인시	죽전	2009	835	3	**미평가**
3	화성시	하나	2007	500	3	**미평가**
4	부산시 해운대구	부산센텀시티	2002	1,095	2	**미평가**

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

31) 지하차도 현장점검 대상인 122개(총연장 500m 이상) 중 연장 3등급 이상은 28개이고, 감사원 "도로안전관리실태" 감사 시 조치한 경기도의 10개 지하차도를 제외한 18개 지하차도 실태를 조사함

2. 터널(지하차도) 경보설비와 터널 관제실 간 미연결

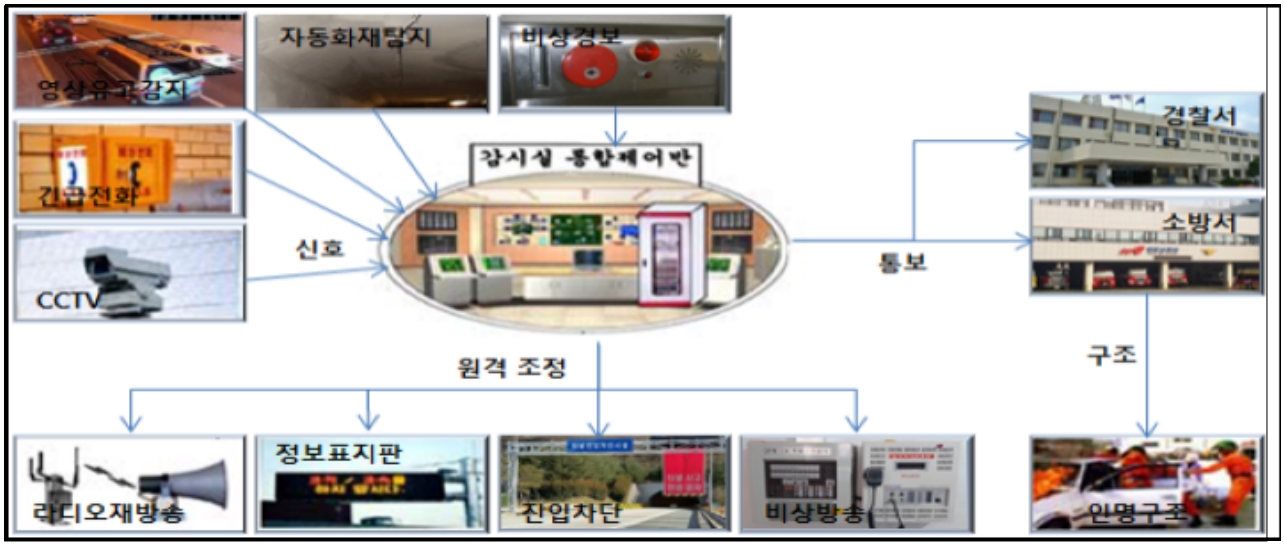
방재관리지침 2.2.2.에 따르면 경보설비는 [표 5] 및 [그림 1]과 같이 터널 내 화재 등 비상 시 도로 관리자 및 소방대 또는 경찰에게 전달하는 동시에 도로이용자 등에게 사고의 발생을 통보하기 위해 설치·운영하는 것으로, 비상경보설비 등 9종의 세부 방재시설로 구성된다.

[표 5] 연장·방재등급별 경보설비 종류

경보설비	설치 대상	기능 및 설치·운영 기준
비상경보설비	연장 3등급 이상	• 사고 당사자 또는 발견자가 터널 내에 경보를 발하여 터널 부근 및 터널 내 도로 이용자에게 사고발생을 신속하게 통보(설치간격: 50m 이내)
자동화재탐지설비	연장 2등급 이상	• 열, 연기, 불꽃 또는 연소생성물을 화재 발생 초기에 자동으로 감지하여 화재 발생 위치를 관리자에게 알리기 위한 설비
비상방송설비	방재 3등급 이상	• 화재 시 차량에서 탈출한 터널 이용자 등에게 스피커를 통해 비상상황을 전파하고 대피 안내 등 적절한 정보를 제공(설치간격: 50m 이내)
긴급전화	방재 3등급 이상	• 사고 당사자 또는 발견자가 사고 발생을 도로 관리자 등에게 연락하기 위한 전용전화 (설치간격: 250m 이내)
CCTV	방재 3등급 이상 (4등급은 권장)	• 터널 내 재해 발생 시 상황을 파악하고 사고발생 유무를 감시(설치간격: 터널 내 200~400m, 터널 외 500m 이내)
영상유고감지설비	3등급 이상 권장	• 터널에 설치된 CCTV에서 제공하는 영상을 실시간으로 분석하여 설정된 유고상황 발생 시 자동으로 관리자에게 통보(설치간격: 100m)
라디오재방송설비	방재 3등급 이상 (4등급은 권장)	• 터널 내 재난 발생 시 라디오 긴급방송 및 라디오방송과 지상파 디지털 멀티미디어 공중파 방송의 중계
정보표지판	방재 2등급 이상	• 터널 내 화재 등의 비상상황과 유지·관리·공사 등의 이상 상황을 터널 내·외의 차량 운전자에게 전달(터널 전방: 500m 이내)
진입차단설비	방재 2등급 이상	• 터널 내 화재사고 등의 비상 상황 시 사고상황을 터널로 진입하는 차량에 알리고 진입을 차단하여 2차 사고를 예방(터널 전방: 100m 이내)

자료: 「도로터널 방재시설 설치 및 관리지침」 참고

[그림] 지하차도 경보설비와 터널 관제실 간 연결도

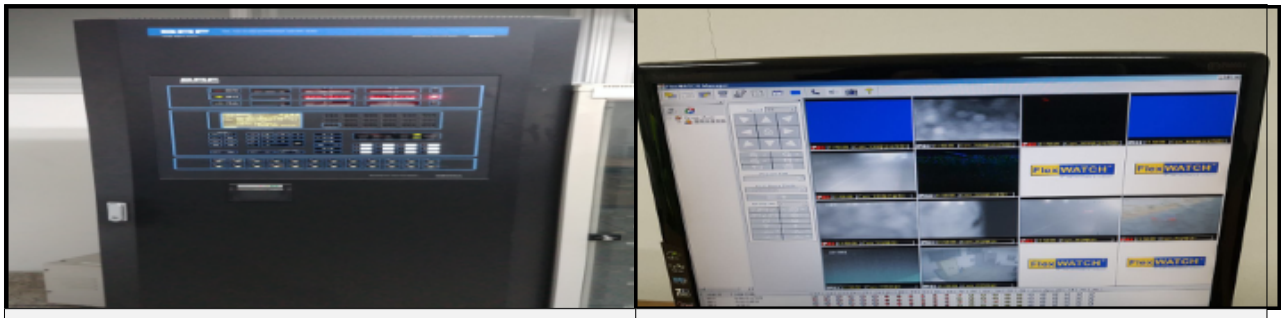


자료: 국토교통부 제출자료 재구성

따라서 도로관리청은 방재관리 지침에 따라 터널(지하차도)에 경보설비를 설치·운영할 때 지하차도 내 화재 등 비상상황을 터널관리자가 인지하고 소화활동 및 구조요청을 하거나 도로이용자 등에게 사고상황을 즉시 알릴 수 있도록 경보설비를 관리자가 상주하는 관제실에 연결·설치하여야 한다.

이번 감사원 감사기간 동안 경보설비를 설치·운영 중인 총 95개 지하차도(연장 3등급 이상: 28개, 연장 4등급: 67개)를 점검한 결과, 경기도 평택시 장당동에 있는 중앙지하차도(연장·방재 3등급)의 경우 [사진 1]과 같이 비상경보설비, CCTV 등 7종의 방재시설이 무인으로 운영되는 전기실에 연결되어 있는 등 평택시 등 16개 도로관리청은 [별표 3] "상시 감시가 불가능한 곳에 연결된 지하차도 경보설비 현황"과 같이 37개 지하차도에 설치된 경보설비를 상시 감시가 불가능한 곳으로 연결·운영하고 있었고, 이에 대해 국토교통부는 별다른 조치를 하지 않고 그대로 두고 있었다.

[사진 1] 중앙지하차도의 경보설비가 무인실(상시 감시 불가)에 설치된 모습



비상경보설비	CCTV

자료: 평택시 제출자료 재구성

3. 터널(지하차도) 내 방재시설 유지관리 부적정

도로관리청은 방재관리지침 2.3.3.에 따라 터널(지하차도) 내에 설치한 방재시설이 화재 등 비상시 정상적으로 작동할 수 있도록 관리하여야 하고 국토교통부는 이를

지도·감독하는 것이 타당하다.

이번 감사원 감사기간 동안 공용 중인 지하차도 중 터널등급이 3등급 이상인 28개와 도로관리청에서 화재 등 비상시 초기대응 및 소화활동 등을 위하여 방재시설을 추가로 설치한 4등급(지하차도 전체 연장 중 터널구간 연장 500m 미만) 87개 등 총 115개 지하차도를 대상으로 지하차도에 설치된 방재시설이 정상적으로 작동하고 있는 지 점검한 결과, 수원시 권선구에 있는 상구운지하차도 등 [표 6]과 같이 45개 지하차도(3개 중복)에 설치된 방재시설이 멸실·파손되거나 고장난 채로 방치되고 있어 화재 등 비상시 도로이용자의 안전을 확보하지 못할 우려가 있었고, 이를 방재설비별로 살펴보면 다음과 같다.

[표 6] 방재시설 분야별 점검 대상 및 결과

(단위: 개)

구분	소화설비	경보설비	피난대피설비	소화활동설비	비상전원설비
점검 지하차도수	115	95	62	38	92
관리부실 지하차도수	17	12	7	4	8

자료: 도로관리청 제출자료 재구성

가. 소화설비 유지관리 미흡

소화설비는 화재 발생 시 화재의 진압·소화를 위한 설비로서 소화기, 소화전 등 3개 세부 방재시설로 구성되고, 이 가운데 소화기는 화재 발생 초기 소화활동을 위해 가장 사용빈도가 높은 기본시설로서 터널등급에 관계없이 모든 지하차도에 설치된다.

그런데 수원시 권선구에 있는 상구운지하차도(연장 4등급)의 경우 [사진 2]와 같이 소화기함 12개 중 5개는 멸실되어 있었으며 탑동지하차도(연장 4등급)의 경우에는 모든 소화기(총 4대, 제조일 1998년 2월)가 내용연수를 10년[32]을 초과하고 표시등이

32) 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 제15조의4에 따르면 내용연수(10년)가 경과된 소화기는 교체하도록 규정되어 있음

파손되어 있는 등 수원시 등 6개 도로관리청은 [별표 4] “소화설비 기능 및 성능 점검결과”와 같이 총 17개 지하차도에 설치된 소화기가 멸실·파손, 내용연수 경과 및 충전압 부족상태인 것을 그대로 두고 있었고, 이에 대해 국토교통부는 별다른 조치를 하지 않고 있었다.

[사진 2] 소화설비 부실 관리 모습

상구운지하차도	탑동지하차도

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

나. 경보설비 유지관리 미흡

경보설비는 [표 7]과 같이 화재나 사고 등의 긴급상황을 도로관리자 및 소방대 또는 경찰에게 전달하는 동시에 도로이용자 등에게 사고의 발생을 통보하기 위한 설비로서 긴급전화, CCTV 등 9개의 방재시설로 구성된다.

[표 7] 주요 경보설비 설치 및 관리 기준

경보설비	설치·관리 기준
긴급전화	▸ 주행차로 측벽에 250m 간격으로 설치하고, 송수화기를 들면 전화연결음이 들려야 하고 송수화기로 접수자의 음성을 확인할 수 있어야 하며, 먼 곳에서도 식별이 가능하도록 조명 표지판 설치
CCTV	▸ 터널 내의 교통상황을 실시간으로 감시할 수 있도록 구성되어야 하며, 관리사무소 등에서 CCTV 시스템에 대한 원격제어가가능하도록 설치·관리
재방송설비	▸ 중계장치와 누설동축케이블, 안테나 등으로 구성되며, 터널 내 재난 발생 시 AM/FM 라디오 방송과 지상파 멀티미디어 공중파 방송을 터널 내에 중계할 수 있도록 설치
자동화재탐지설비	▸ 열, 연기, 불꽃 또는 연소생성물을 화재 발생 초기에 자동으로 감지하여 관리자에게 자동 통보할 수 있어야 하며, 화재발생 장소를 알리는 수신기와 탐지기, 발신기 등으로 구성
정보표지판	▸ 비상 상황 발생 및 보수공사 등 각종 정보를 운전자에게 전달하여 안전운행을 확보하기 위한 설비로서, 시인성이 우수하고 정보 갱신이 용이한 전광식을 사용
비상방송설비	▸ 관리사무소에서 터널에 설치된 스피커를 통하여 터널 내부에 비상방송을 하기 위한 설비로서, 화재수신기와 연동하여 자동으로 비상방송이 가능하여야 하며 60분 이상 기능이 유지되어야 함

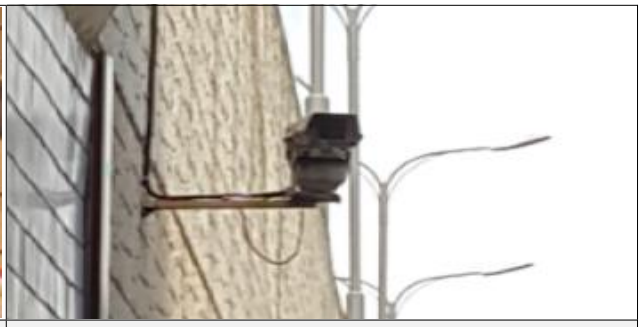
자료: 「도로터널 방재시설 설치 및 관리지침」 참고

그런데 용인시 수지구에 있는 죽전지하차도(연장 2등급)의 경우 [사진 3]과 같이

긴급전화 8대가 모두 고장나 있었고 도로이용자에게 지하차도 내 상황을 알려주는 정보표지판의 전원이 꺼져 있었으며, 수원시 권선구에 있는 권선지하차도(연장 4등급)의 경우에는 CCTV 3대가 모두 고장나 있는 등 용인시 등 5개 도로관리청은 [별표 5] "경보설비 기능 및 성능 점검결과"와 같이 총 12개 지하차도에서 경보설비가 고장나거나 파손된 것을 그대로 두고 있었고, 이에 대해 국토교통부는 별다른 조치를 하지 않고 있었다.

[사진 3] 경보설비 부실 관리 모습

용인시 죽전지하차도



수원시 권선지하차도

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

다. 피난대피설비 유지관리 미흡

피난대피설비는 터널 내에서 화재 및 사고에 직면한 도로 이용자 등이 안전지역으로 대피할 수 있도록 유도하는 설비 또는 공간으로서 비상조명등, 피난연결통로 등 7개의 방재시설로 구성된다.

그런데 인천광역시 서구에 있는 중봉지하차도(연장 2등급)의 경우 [사진 4]와 같이 피난연결통로에 설치된 차단문 12개 중 10개가 자동닫힘기능[33]이 고장나 닫히지 않았고 평택시 중앙지하차도의 경우에도 피난연결통로 차단문 4개가 모두

33) 방재관리 지침 5.3.3.에 따르면 피난·대피시설 차단문은 양측 사이에 압력차가 발생할지라도 개폐가 용이하며, 전원 차단에 관계없이 자동닫힘기능을 보유하도록 규정되어 있음

열리지 않는 등 인천광역시 등 6개 도로관리청은 [별표 6] “피난대피설비 기능 및 성능 점검결과”와 같이 7개 지하차도의 피난연결통로에 설치된 차단문이 고장난 것을 그대로 두고 있었으며, 이에 대해 국토교통부는 별다른 조치를 하지 않고 있었다.

[사진 4] 피난대피설비 부실 관리 모습

인천광역시 중봉지하차도

평택시 중앙지하차도

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

라. 소화활동설비 유지관리 미흡

소화활동설비는 화재를 진압하거나 인명구조 활동을 위해서 소방대나 관리자가 사용하는 설비로서 제연설비, 무선통신보조설비 등 4개 방재시설로 구성된다.

그런데 수원시 영통구에 있는 법원지하차도(방재 3등급)의 경우 [사진 5]와 같이 원격제어시스템 운영 컴퓨터[34]의 그래픽카드가 고장나자 이를 수리하지 않고 운영 컴퓨터를 시스템에서 제거(분리)함으로써 제연설비가 가동되지 않는 상태로 운영되고 있었고, 파주시 와동동에 있는 한길지하차도(방재 3등급)의 경우에는 제연설비 부품 중 원격제어에 필요한 통신용 기판과 변압기 등 고장으로 제연설비가 가동될 수

34) 제연설비를 터널관리자가 상주하는 관제실에서 원격으로 작동할 수 있도록 하는 원격제어시스템 프로그램을 설치한 컴퓨터를 말함

없는 등[35] 수원시 등 4개 도로관리청은 총 4개 지하차도에 설치한 제연설비 등 소화활동설비가 고장난 것을 그대로 두고 있었으며, 이에 대해 국토교통부는 별다른 조치를 하지 않고 있었다.

[사진 5] 소화활동설비 부실 관리 모습

수원시 법원지하차도(제트팬)	파주시 한길지하차도(횡류식 제연설비)

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

마. 비상전원설비 유지관리 미흡

비상전원설비는 터널 내 정전 상황에서 피난대피설비인 비상조명설비(비상조명등, 유도등) 등의 기능을 유지하거나 소화펌프와 같은 비상설비에 필요한 전원을 공급하기 위한 설비로서 무정전 전원설비와 비상발전설비로 구성된다.

그런데 부천시 송내동과 인천광역시 부평구의 경계에 있는 송내지하차도[36](연장 3등급)의 경우 [사진 6]과 같이 비상발전기의 발전용량[37]이 부족(적정: 151.04kW, 실제: 145kW)한 채로 운영되고, 2017년 10월에 고장난 무정전전원장치를 1년이

35) 평택시 소관 중앙지하차도(연장 920m, 터널구간연장 633m, 방재 3등급)는 풍향풍속계, 교통량 측정계 등 고장으로 제연설비 원격제어 불가, 화성시 소관 수영리지하차도(연장 600m, 터널구간연장 140m, 방재 4등급)는 무선통신보조설비 고장

36) 송내지하차도는 총 연장 1,100m중 690m는 부천시에서 관리하고 있고, 나머지 420m는 인천광역시 부평구에서 관리임

37) 「비상전원의 선정 및 설치에 관한 기술지침」(한국산업안전보건공단) 6.1.3.에 따라 비상발전기 용량은 ① 정격 운전상태에서 부하설비의 가동에 필요한 발전기 용량, ② 부하 중 최대용량의 전동기를 기동할 때 허용전압 강하를 고려한 발전기 용량, ③ 부하 중 최대용량의 전동기를 기동 순서상 마지막으로 기동할 때 필요한 발전기 용량 중 가장 큰 용량으로 결정

지나도록 그대로 두는 등 인천광역시 등 6개 도로관리청은[별표 7] “비상전원설비 기능 및 성능 점검결과”와 같이 총 8개 지하차도에 설치한 비상전원설비가 고장 나거나 발전용량이 부족한 것을 그대로 두고 있으며, 이에 대해 국토교통부는 별다른 조치를 하지 않고 있었다.

[사진 6] 송내지하차도 비상전원설비 부실 관리 모습

부천시 소관 비상발전기

인천광역시 부평구 소관 무정전전원장치

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

그 결과 지하차도 내에 필수 방재시설을 부족하게 설치·운영하고, 경보설비를 통해 비상상황을 파악하지 못하거나 방재시설이 정상적으로 작동하지 않아 화재 등 비상시 도로이용자의 안전을 확보하지 못할 우려가 있다.

관계기관 의견 국토교통부는 감사내용을 수용하고, 각 지하차도의 도로관리청으로 하여금 부족한 필수 방재시설, 관제실로 연결되지 않은 경보설비 및 멸실·파손되거나 고장 난 방재시설 등을 보완하도록 하는 등의 방안을 마련하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 **국토교통부장관**은

① “1항”과 관련하여 해당 도로관리청으로 하여금 지하차도 내 필수 방재시설이 부족한 8개 지하차도는 방재시설을 추가 설치하고, 피난연결통로가 없는 5개 지하차도는 제연설비를 추가 설치하며, 방재등급을 평가하지 않은 4개 지하차도는 실제 이용 교통량 등을 기준으로 방재등급을 평가하여 방재시설을 추가 설치하도록 하는 등의 방안을 마련하고

② “2항”과 관련하여 해당 도로관리청으로 하여금 37개 지하차도에 설치된 경보설비를 터널관리자가 상주하는 장소(관제실 등)로 연결·운영하도록 하는 방안을 마련하며

③ “3항”과 관련하여 해당 도로관리청으로 하여금 멸실·파손되거나 고장 등으로 제 기능을 발휘하지 못하는 45개 지하차도의 방재시설은 시급히 보수·교체하도록 하는 등의 방안을 마련하시기 바랍니다.**(통보)**

[별표 1]

터널 등급(연장·방재등급)별 방재시설 설치 기준

방재시설 \ 터널등급			1등급	2등급	3등급	4등급	비고
소화설비	소화기구		●[1]	●	●	●	
	옥내소화전설비		●○[1]	●○			연장등급, 방재등급 병행
	물분무설비		○				
경보설비	비상경보설비		●	●	●		
	자동화재탐지설비		●	●			
	비상방송설비		○	○	○		
	긴급전화		○	○	○		
	CCTV		○	○	○	△	△: 200m 이상 터널
	영상유고감지설비		△[1]	△	△		
	재방송설비		○	○	○	△	△: 200m 이상 터널
	정보표지판		○	○			
	진입차단설비		○	○			
피난대피설비	비상조명등		●	●	●		△: 200m 이상 터널
	유도등		○	○	○		
	대피시설	피난연결통로	●	●	●		
		피난대피터널[2]	●	△			1등급: 피난대피터널을우선 적용 2등급: 격벽분리형 피난대피통로를 우선 적용
		격벽분리형 피난대피통로[2]	△	●	●		
		피난대피소[2]	삭제				
		비상주차대	○	○			
소화활동설비	제연설비						
	무선통신보조설비		●	●	●	△[3]	
	연결송수관설비		●○	●○			연장등급, 방재등급 병행
	(비상)콘센트설비		●	●	●		
비상전원설비	무정전전원설비		●	●	●	△[4]	
	비상발전설비		●○	●○	△		연장등급, 방재등급 병행

주: 1. ● 기본시설: 연장등급에 의함
○ 기본시설: 방재등급에 의함
△ 권장시설: 설치의 필요성 검토에 의함
2. 피난연결통로의 설치가 불가능한 터널에 설치
3. 4등급 터널의 경우, 재방송설비가 설치되는 경우에 병용하여 설치함
4. 4등급 터널은 방재시설이 설치되는 경우에 시설별로 설치함

자료: 「도로터널 방재시설 설치 및 관리지침」 참고

[별표 2]

터널 등급(연장 또는 방재등급) 3등급이 이상인 지하차도의 필수 방재시설 부족 설치 현황

연번	도로관리청	지하차도명	연장등급 (방재등급)	부족 필수 방재시설현황
1	용인시	신대	3 (3)	· 소화설비: 소화기구 미설치 · 경보설비: 비상경보설비, 비상방송설비, 긴급전화, CCTV 미설치 · 피난대피설비: 유도등 미설치 · 소화활동설비: 무선통신보조설비, 비상콘센트 미설치
2		죽전	2 (–)	· 진입차단설비 미설치
3	과천시	남태령	3 (–)	· 경보설비: 비상경보설비, 재방송설비 미설치 · 비상전원설비: 무정전전원설비미설치
4	성남시	백현	3 (3)	· 경보설비: 비상방송설비 미설치
5	인천광역시	송내	3 (3)	· 소화활동설비: 무선통신보조설비, 비상콘센트 미설치
6	광주광역시	장수	3 (3)	· 경보설비: CCTV 미설치 · 비상전원설비: 무정전전원설비미설치
7	부산광역시 남구	신선대	2 (2)	· 경보설비: 진입차단설비 미설치
8	부산광역시 해운대구	부산센텀시티	2 (–)	· 경보설비: 진입차단설비 미설치

주: 1. 방재등급을 산정하지 않은 남태령지하차도, 부산센텀시티지하차도는 연장등급을 방재등급과 동일하게 적용하여 검토함

2. 신선대지하차도와 부산센텀시티지하차도는 피난대피설비인 비상주차대가 미비하나 터널(지하차도)의 폭을 넓히지 않을 경우 개선대안이 없어 부족 시설에서 제외함

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

[별표 3]

상시 감시가 불가능한 곳에 연결된 지하차도 경보설비 현황

(단위: m)

연번	소관기관	도로관리청	지하차도명	총연장	터널연장	연계설치 장소	유인 또는 무인	상시 감시가 불가능한 경보설비
1	경기도	평택시	중앙	920	633	전기실	무인	비상경보설비, 자동화재탐지설비, 비상방송설비, 긴급전화, CCTV, 재방송설비, 정보표지판
2		화성시	동부대로3	1,065	895	〃	〃	비상경보설비, 비상방송설비, 재방송설비
3			동부대로4	1,030	628	〃	〃	비상경보설비, 비상방송설비, 재방송설비
4			동부대로5	585	189	〃	〃	재방송설비
5			동부대로6	630	219	〃	〃	재방송설비
6			수영리	600	140	〃	〃	재방송설비
7			숙곡	590	260	〃	〃	비상방송설비
8			하나	500	500	〃	〃	비상경보설비, 자동화재탐지설비, 비상방송설비, 긴급전화, 재방송설비
9			화산1	920	610	〃	〃	비상경보설비, 자동화재탐지설비, 비상방송설비, 긴급전화, 재방송설비
10			화산2	740	260	〃	〃	재방송설비
11		고양시	백마	580	296	〃	〃	비상방송설비
12		과천시	남태령	920	570	〃	〃	비상경보설비, 긴급전화
13		수원시	권선	870	498	〃	〃	재방송설비
14			밤밭	600	100	〃	〃	재방송설비
15			법원	932	609	〃	〃	비상방송설비, 긴급전화, 재방송설비, 정보표지판
16			세류	620	315	〃	〃	재방송설비
17			장안	560	240	〃	〃	재방송설비
18			정천	531	150	〃	〃	비상방송설비
19			효원	840	540	〃	〃	재방송설비
20		안산시	중앙	600	236	〃	〃	재방송설비
21			초지역	600	200	〃	〃	재방송설비
22		용인시	죽전	1,020	835	〃	〃	비상방송설비, 재방송설비
23		의정부시	장암	720	198	〃	〃	비상방송설비, 재방송설비
24	광주광역시	종합건설본부	수완	720	240	〃	〃	재방송설비
25			장수	783	540	〃	〃	비상경보설비, 긴급전화, 재방송설비
26	대구	동구	봉무	710	240	〃	〃	비상경보설비, 비상방송설비
27			불로	540	160	〃	〃	비상경보설비, 비상방송설비
28	서울특별시	서울시설공단	경인1	1,675	400, 100	〃	〃	재방송설비
29	인천광역시	경제자유 구역청청	청라	610	120	〃	〃	재방송설비
30			해찬나래	765	256	〃	〃	재방송설비
31		계양구	임학	580	230	〃	〃	재방송설비
32		부평구	굴포천역	583	180	〃	〃	재방송설비
33		서구	왕길	520	140	〃	〃	재방송설비
34			호수공원1	846	485	〃	〃	재방송설비, 정보표지판
35			호수공원2	846	485	〃	〃	재방송설비, 정보표지판
36	대전광역시	건설관리본부	유성	600	110	〃	〃	재방송설비
37			삼천	555	270	〃	〃	재방송설비

자료: 평택시 등 16개 지방자치단체 제출자료 재구성

[별표 4]

소화설비 기능 및 성능 점검결과

(단위: m)

연번	관리기관	지하차도명	총연장	터널연장	소화설비 점검결과
1	수원시	상구운	830	260	· 소화기 12개 중 5개 멸실 및 표시등 꺼져 있음
2		탑동	700	100	· 소화기 4개 내용연수 경과(제조일자 1998년 2월) 및 표시등 파손
3		서둔	765	305	· 소화기 16개 중 1개 멸실 및 내용연수 경과(제조일자 2007년 12월)
4		세류	620	315	· 소화기 22개 중 2개 멸실 및 내용연수 경과(제조일자 2005년 11월)
5		화서	850	526	· 소화기 14개 중 1개 멸실, 내용연수 경과(제조일자 2007년 12월) 및 표시등 2개 파손
6		효원	840	540	· 소화기 36개 내용연수 경과(제조일자 2006년 1월)
7		고색	600	120	· 소화기 16개 내용연수 경과(제조일자 2006년 10월)
8		권선	870	498	· 소화기 40개 중 3개 멸실 및 내용연수(제조일자 2008년 6월)
9	과천시	상아벌	665	280	· 소화기 10개 중 2개 멸실
10	인천시	송내	1110	715	· 소화기 20개 중 2개 멸실
11	화성시	수영리	600	140	· 소화기 12개 중 3개 멸실
12	광주광역시	선운	600	240	· 소화기 20개 전체 충전압 불량
13		수완	720	240	· 소화기함이 열리지 않거나 충전압 불량(전체)
14		연제	620	250	· 소화기 20개 중 3개 충전압 불량
15	대구광역시	봉무	710	240	· 소화기 내용연한 경과(제조일자 2005년 8월)
16		매천대교	500	105	· 소화기 12개 중 2개 멸실
17		성북교	565	90	· 소화기 8개 전체 멸실

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

[별표 5]

경보설비 기능 및 성능 점검결과

(단위: m)

연번	관리기관	지하차도명	총연장	터널연장	경보설비 점검결과
1	용인시	죽전	1,020	1,020	· 긴급전화기: 8대 모두 고장 · 정보표시판: 고장
2	수원시	권선	870	498	· 긴급전화: 4대 모두 고장 · CCTV: 3개 모두 고장
3		법원	932	609	· 긴급전화: 6대 모두 고장 · 자동화재탐지설비: 화재수신함 고장
4		상구운	830	260	· CCTV: 2개 모두 고장
5		세류	620	315	· 긴급전화: 4대 모두 고장
6		세평	545	190	· CCTV: 2개 모두 고장
7		탑동	700	100	· CCTV: 2개 모두 고장
8		효원	840	540	· 긴급전화: 6대 모두 고장 · CCTV: 4대 모두 고장
9	김포시	운양	2,722	690, 420	· 재방송설비 수신기 12개소 중 4개소 불량 · 긴급전화19개 중 6개 고장
10		장기	2,220	740, 590	· 재방송설비: 수신기 8개소 중 1개소 불량 · 긴급전화: 관리소 메인장비 고장
11	의정부시	장암	820	720	· 비상방송설비: 스피커 1개 탈락
12	화성시	수영리	600	140	· 재방송설비: 고장(작동 불가)

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

[별표 6]

피난대피설비 기능 및 성능 점검결과

(단위: m)

연번	관리기관	지하차도명	총연장	터널연장	피난대피설비 점검결과
1	인천광역시	중봉	1,932	1,652	· 피난연결통로 차단문 12개 중 10개가 자동닫힘기능 고장
2		루원	1,470	1,280	· 피난연결통로 차단문 5개 중 1개 작동 불량
3	평택시	중앙	920	633	· 피난연결통로 차단문 4개(차량용 1개, 대인용 3개) 모두 작동 불량 · 유도등의 비상구 표시거리가 최단비상구로 표기되지 않고 입출구로 잘못 표기
4	김포시	장기	2220	740, 590	· 피난연결통로 차단문 5개 중 차량용 1개 파손
5	수원시	법원	932	609	· 피난연결통로 차단문 자동닫힘기능 고장
6	의정부시	장암	820	720	· 피난연결통로 차단문 3개소 중 2개소 작동 불량
7	광주광역시	장수	783	540	· 피난연결통로 차단문 2개 중 1개는 열리지 않고 1개는 멸실

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

[별표 7]

비상전원설비 기능 및 성능 점검결과

(단위: m)

연번	관리기관	지하차도명	총연장	터널연장	비상전원설비 점검결과
1	인천광역시	송내	1,110	715	· 무정전전원설비 고장 및 축전지 내용연수 경과 (인천시 부평구 구간) · 비상발전기 발전용량부족 (적정용량 151.04kW, 실제용량 145kW, 부천시 구간)
2	성남시	광장	2,297	1,842	· 무전정전원설비: 축전지 내용연수 경과
3	수원시	법원	932	609	· 무정전전원설비: 고장
4		상구운	830	260	· 무정전전원설비 및 축전지 고장
5		탑동	700	100	· 비상발전기: 작동 불가
6	용인시	신대	680	680	· 무정전전원설비: 고장
7	평택시	중앙	920	633	· 무정전전원설비: 고장
8	광주광역시	선운	600	240	· 비상발전기 발전용량 부족

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

개별처분요구안 (4)번

감 사 원

통 보

제 목 **도로터널 방재등급 평가대상 등 기준 불합리**

소 관 기 관 국토교통부

조 치 기 관 국토교통부

내 용

국토교통부는 도로터널[38] 방재시설의 계획·설계·시공 및 관리에 적용할 최소한의 기술기준을 규정한 「도로터널 방재시설 설치 및 관리지침」(2009. 8. 24. 국토교통부 예규 제100호, 이하 "방재관리지침"이라 한다)을 제정하고, 도로관리청으로 하여금 방재관리지침에 따라 터널등급(연장등급 및 방재등급)을 평가하여 터널 내 화재 등에 대비한 방재시설을 설치·관리하도록 한 후, 이를 지도·감독하고 있다.

1. 방재등급 평가 대상 부적정

방재관리지침 2.3.1 (1)항 및 (2)항에 따르면 방재시설 설치를 위한 터널등급은 [표 1]과 같이 터널연장을 기준으로 하는 연장등급과 교통량 등 터널의 제반 위험인자를 고려한 위험도지수[39]를 기준으로 하는 방재등급으로 구분되고, 이 중 방재등급은 개통 후 최초 10년, 향후 5년마다 실측교통량을 조사하여 재평가하며, 이에

38) 도로터널은 자동차의 통행을 목적으로 지반을 굴착하여 지하에 건설한 일반터널, 개착공법으로 지중에 건설한 BOX형 지하차도, 기타 특수공법(침매공법 등)으로 하저에 건설한 침매터널 등과 지상에 건설한 터널형 방음터널 등이 있음

39) 터널 위험도지수는 주행거리계(터널연장×교통량), 터널제원(종단경사, 터널높이, 곡선반경), 대형차 혼입률, 위험물의 수송에 대한 법적규제(대형차통과대수, 위험물수송차량에 대한 감시시스템, 위험물수송차량에 대한 유도시스템), 정체정도[터널 내 합류/분류, 터널전방 교차로(IC, JCT/신호등/TG)], 통행방식(대면통행, 일방통행)을 잠재적인 위험인자로 하여 산정

따라 방재시설의 조정을 검토할 수 있도록 규정되어 있다.

[표 1] 터널등급 분류 기준

등급	연장등급(터널연장 기준)	방재등급(위험도지수 기준)
1	3,000m 이상	위험도지수 > 29
2	1,000m 이상 3,000m 미만	19 < 위험도지수 ≦ 29
3	500m 이상 1,000m 미만	14 < 위험도지수 ≦ 19
4	500m 미만	위험도지수 ≦ 14

자료: 「도로터널 방재시설 설치 및 관리지침」 참고

한편 방재등급 평가는 과거 단순히 터널연장만을 토대로 터널등급(연장등급)을 평가하여 방재시설을 설치하던 방식을 보완하여 교통량, 대형차 혼입률[40], 경사도, 곡선반경 등 터널의 제반 위험인자를 객관적으로 평가하고, 이와 같은 평가 결과에 부합되는 적정한 방재시설을 설치·운영하기 위하여 마련[41]된 것이다.

그리고 방재관리지침 2.3.3.에 따르면 터널 내 화재 등 재난사고에 대비한 소화설비 등의 방재시설은 [표 2]와 같이 연장등급에 의하여 설치하는 시설과 방재등급에 의해서 설치하는 시설로 구분되며, 이 중 연장등급 3등급 이상 터널에 소화기구 등을 설치하고 방재등급 3등급 이상 터널에는 비상방송설비 등을 설치하도록 하는 등 [별표 1] "터널 등급(연장·방재등급)별 방재시설 설치 기준"과 같이 터널(지하차도) 등급(연장·방재등급)별로 방재설비를 설치하도록 규정되어 있다.

40) 설계 연도의 연평균일교통량의 차종별 구성비 중 대형버스, 중형트럭, 대형트럭 및 특수트럭에 대한 구성비의 합

41) 국토교통부가 2004년 12월 사단법인 한국터널공학회에 의뢰하여 제출받은 "도로터널 방재시설 설치기준 개정 작성을 위한 연구보고서"에 따르면 연장 3등급 이상 터널과 4등급 터널 중 터널연장 300m 이상 터널에 대하여 터널의 위험도를 평가하여 등급을 1단계 상향 조정하도록 권고

[표 2] 연장등급 및 방재등급에 따른 방재시설 종류

필수 방재시설		구분	필수 방재시설			구분
소화설비	소화기구	●	피난대피설비	비상조명등		●
	옥내소화전설비	●, ◌		유도등		◌
	물분무설비	◌		피난대피시설	피난연결통로	●
경보설비	비상경보설비	●			피난대피터널	●
	자동화재탐지설비	●			격벽분리형 피난대피터널	◌
	비상방송설비	◌			비상주차대	◌
	긴급전화	◌	소화활동설비	제연설비		◌
	CCTV	◌		무선통신보조설비		●
	영상유고감지설비	◌		연결송수관설비		●, ◌
	라디오재방송설비	◌		비상콘센트설비		●
	정보표시판	◌	비상전원설비	무정전전원설비		●
	진입차단설비	◌		비상발전설비		●, ◌

주: 구분란의 "●"는 연장등급, "◌"는 방재등급에 의하여 설치하는 방재시설임
자료: 「도로터널 방재시설 설치 및 관리지침」 참고

따라서 방재등급 평가 대상을 선정할 때에는 방재등급 평가제도 도입 목적에 맞게 터널연장에 상관없이 모든 터널을 대상으로 터널의 제반 위험인자를 기준으로 산출한 위험도지수에 따라 방재등급을 평가한 후 그 결과에 따라 방재시설을 설치하도록 하는 것이 타당하다.

그런데 국토교통부는 방재관리지침 2.3.2 (3)항에 연장등급이 3등급 이상(터널연장 500m 이상)의 터널에 대하여만 산출된 위험도 지수에 따라 방재등급을 상향할 수 있도록 하고, 연장등급이 4등급(터널연장 500m 미만)인 터널은 방재등급 상향대상에서 제외하였다.

이번 감사원 감사기간(2018. 10. 22.~11. 9.) 동안 총연장 500m 이상인 지하차도 121개 중 연장등급이 4등급(지하차도의 터널연장 500m 미만)인 93개[42]에 대하여 방재등급을 평가했는지 여부를 확인한 결과, [별표 2] "연장등급 4등급 지하차도의 방재등급

42) 지하차도 현장점검 대상인 121개(총연장 500m 이상) 중 연장 4등급은 93개

평가 현황"과 같이 고잔 등 3개 지하차도만 위험도지수를 산정하고 나머지 동연평 등 90개 지하차도는 위험도지수를 산정하지 않았으며, 위험도지수를 산정한 3개 지하차도의 경우 방재등급 3등급으로 산정되었음에도 방재관리지침에 연장등급 4등급인 경우 방재등급을 상향할 수 없게 되어 있어 위험도지수에 맞게 방재등급 3등급으로 상향하지 않고 있었다.

또한 감사기간 중 수원시 등 4개 도로관리청 소관의 연장등급 4등급인 6개[43] 지하차도를 표본으로 실제 교통량, 대형차 혼입률 등을 조사하여 방재등급을 직접 평가해 본 결과, [표 3]과 같이 수원시의 세류지하차도(2006년 개통)의 경우 일 교통량(2017년 12월 기준)이 36,367대, 대형차 혼입률이 11.4%로서 위험도지수가 14.5점으로 산출되어 방재등급이 3등급으로 평가되는 등 지하차도 6개 중 3개는 방재등급이 상향(4등급→3등급)되어 3등급에 해당하는 비상방송설비, CCTV 등의 필수 방재시설을 설치·운영할 필요가 있었다.

[표 3] 연장등급 4등급 지하차도 방재등급 평가 결과

(단위: m, 대, %, 점)

지하차도 명	관리기관	총연장	터널연장	연장등급	일교통량 (2017년 말)	대형차 혼입률	위험도지수	방재등급
세류	수원시	620	315	4	36,367	11.4	14.5	3
경인1	서울시설공단	1,675	400,100주	4	53,398	3.3	15	3
정자	성남시	1,004	470	4	84,084	0.99	15.5	3
호수공원1	인천시 서구	846	485	4	8,791	12.63	13	4
호수공원2	인천시 서구	846	485	4	8,791	12.63	13	4
권선	수원시	870	498	4	37,528	9.37	13	4

주: 지하차도 내 터널이 연속하여 2개로 구성되어 연장을 각각 표기

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

이와 같이 연장등급이 4등급인 터널의 경우 교통량 등 터널의 위험도에 따른

43) 송도, 고잔, 해안 등 3개 지하차도는 위험도 지수를 이미 산출하였기에 이번 감사기간 중 방재등급 직접 평가대상에서 제외하고 남은 90개 지하차도 중 6개를 직접 평가함

방재등급 평가 및 방재시설 조정 대상에서 제외되어 터널 내 화재 등 비상시 초기에 적정한 대응을 할 수 없어 인적·물적 피해로 이어질 우려가 있다.

2. 피난연결통로 설치 대상 부적정

국토교통부가 2004년 12월 사단법인 한국터널공학회에 의뢰하여 제출받은 “도로터널 방재시설 설치기준 개정 작성을 위한 연구보고서”에 따르면, 피난연결통로의 설치 간격은 대피소요시간[44], 화재확산시간[45] 등을 토대로 터널 내 화재 발생 시 유독가스에 노출된 사람이 의식불명에 이르기 전에 안전하게 대피할 수 있는 적정한 대피거리로 250m 정도가 제시되어 있다.

그 후 국토교통부는 2009년 8월 이와 같은 연구보고서 등을 토대로 방재관리지침 2.1.4 (4)항, 2.3.3 (2)항 및 5.3.2 (1)항에 피난연결통로는 대피소요시간, 화재확산시간 등을 면밀히 검토하여 연장등급이 3등급 이상인 터널에 250m[46] 이하의 간격으로 설치하도록 규정하였다.[47]

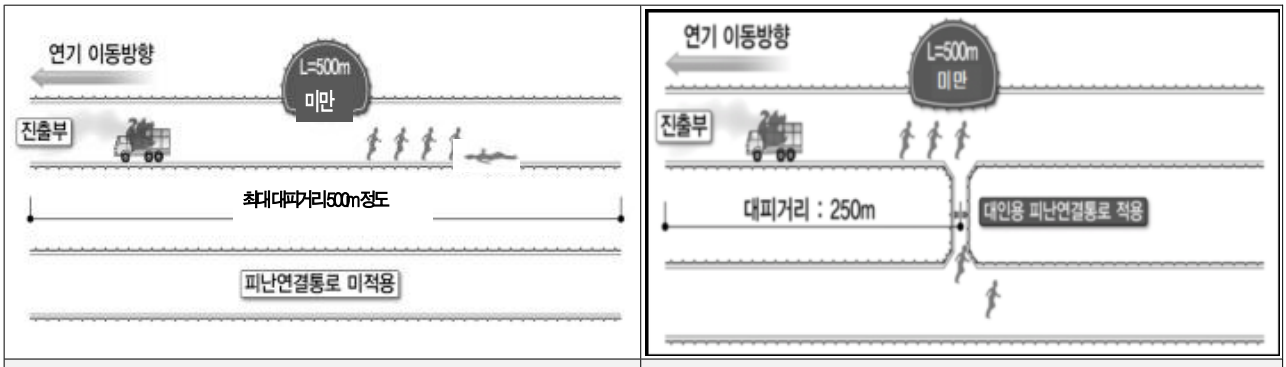
한편 최근 3년(2015~2017년) 동안 터널 내 교통사고는 2,839건[48]이 발생하였고, 2015. 10. 26. 경상북도 상주시에 있는 상주터널 차량화재로 차량전소(11대), 연기흡입으로 인한 부상(8명)이 발생하는 등 같은 기간 동안 터널 내 교통사고 등의 원인으로 화재사고가 105건[49] 발생하였다.

---

44) 터널화재 시 화재를 감지하고 안전지역까지 대피하는 데 필요한 시간으로 화재 감지시간, 반응/결정시간과 이동시간을 포함
45) 터널화재 시 화재지점에서 화재연기가 터널 종방향으로 확산되어 화재지점에서부터 피난연결통로, 피난대피터널, 격벽분리형 피난대피통로 등의 안전한 대피공간으로 탈출 가능한 위치까지 화재연기가 도달되는 시간
46) 터널연장 1,200m 이하의 터널에서는 정량적 위험도 평가에 의해서 안전성 확보가 가능한 경우에는 최대 설치간격을 300m로 할 수 있음
47) 2004년 12월 「도로터널 방재시설 설치지침」 제정 시 피난연결통로 설치 기준을 이미 마련하였으며, 2009년 8월 해당 기준을 포함한 「도로터널 방재시설 설치 및 관리지침」을 제정
48) 경찰청 통계자료
49) 소방청 통계자료

그리고 터널화재는 진입부, 진출부 등 다양한 지점에서 발생할 수 있고 터널 내 화재 시 [그림]과 같이 터널 내에 형성된 연기, 열기류와 반대 방향으로 대피해야 하므로 연장등급이 4등급인 터널 중 터널연장 250m 이상인 터널에서 화재가 발생할 경우 화재지점으로부터 250m 이내에 적정한 피난연결통로 등 대피시설이 없으면 대피하던 중 유독가스에 질식될 수 있다.

[그림] 지하차도 화재지점에 따른 대피 모형



피난연결통로미설치 시 대피 모형	피난연결통로설치 시 대피 모형

자료: 한국도로공사 제출자료 재구성

한편 미국의 경우 연장 300m 이상의 터널에 200m 이하의 간격으로, 독일의 경우 연장 400m 이상의 터널에 300m 이하의 간격으로, 일본의 경우 연장 400m 이상의 양방향터널에 350m 이하(실제로는 연장에 무관하게 200~300m 간격으로 설치)의 간격으로 피난연결통로를 설치하도록 설계기준을 마련하여 운용하고 있는 등 터널 연장 500m 미만의 터널에도 피난연결통로를 설치하도록 하고 있다.

따라서 국토교통부는 연장등급이 4등급인 터널 중 터널연장 250m 이상인 터널에 대하여 대피소요시간과 화재확산시간 등을 검토하여 필요한 경우 피난연결통로를 설치[50]하도록 하는 것이 타당하다.

50) 터널은 최초 설치 시 터널과 터널 사이의 지반을 굴착하여 횡방향으로 피난연결통로를 설치하지 않을 경우 공용기간 중에는 터널의 구조적 특성, 지반변위, 장기간 교통차단 등 현실적 여건 때문에 피난연결통로 추가 설치가 곤란

그런데 국토교통부는 방재관리지침 2.3.3(1)항에 연장등급이 3등급 이상인 터널에만 250m 간격으로 피난연결통로를 설치하도록 규정하여 각 도로관리청은 터널연장 250m 이상인 연장등급 4등급(연장 500m 미만) 터널에 대하여 피난연결통로를 설치하지 않고 있다.

그 결과 연장등급 4등급인 터널에서 화재 등 비상시 안전하게 대피할 수 있는 피난연결통로가 없어 인명 피해 발생이 우려되고 있다.

관계기관 의견 국토교통부는 감사결과에 이의를 제기하지 않으면서 연장등급 4등급 터널의 방재등급 평가 및 방재시설 설치에 대하여 전문가 의견과 해외 사례 등을 참고하여 방재관리지침 개정 방안을 검토하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 **국토교통부장관**은

① 방재등급 평가제도 도입 목적에 맞게 연장등급이 4등급인 터널에 대하여 터널의 제반 위험인자를 기준으로 산출한 위험도지수에 따라 방재등급을 평가하여 방재시설을 보완하도록 하는 방안을 마련하고

② 연장등급 4등급 터널 중 터널연장 250m 이상인 터널에 대하여 대피소요시간, 화재확산시간 및 화재 위험성 등을 검토하여 필요한 경우 피난연결통로를 설치하도록 하는 방안을 마련하시기 바랍니다.**(통보)**

[별표 1]

터널 등급(연장·방재등급)별 방재시설 설치 기준

방재시설 \ 터널등급			1등급	2등급	3등급	4등급	비고
소화설비	소화기구		●[1]	●	●	●	
	옥내소화전설비		●○[1]	●○			연장등급, 방재등급 병행
	물분무설비		○				
경보설비	비상경보설비		●	●	●		
	자동화재탐지설비		●	●			
	비상방송설비		○	○	○		
	긴급전화		○	○	○		
	CCTV		○	○	○	△	△: 200m 이상 터널
	영상유고감지설비		△[1]	△	△		
	재방송설비		○	○	○	△	△: 200m 이상 터널
	정보표지판		○	○			
	진입차단설비		○	○			
피난대피설비	비상조명등		●	●	●		△: 200m 이상 터널
	유도등		○	○	○		
	대피시설	피난연결통로	●	●	●		
		피난대피터널[2]	●	△			1등급: 피난대피터널을 우선 적용 2등급: 격벽분리형 피난대피통로를 우선 적용
		격벽분리형 피난대피통로[2]	△	●	●		
		피난대피소[2]	삭제				
		비상주차대	○	○			
소화활동설비	제연설비						
	무선통신보조설비		●	●	●	△[3]	
	연결송수관설비		●○	●○			연장등급, 방재등급 병행
	(비상)콘센트설비		●	●	●		
비상전원설비	무정전전원설비		●	●	●	△[4]	
	비상발전설비		●○	●○	△		연장등급, 방재등급 병행

주: 1. ● 기본시설: 연장등급에 의함
○ 기본시설: 방재등급에 의함
△ 권장시설: 설치의 필요성 검토에 의함
2. 피난연결통로의 설치가 불가능한 터널에 설치
3. 4등급 터널의 경우, 재방송설비가 설치되는 경우에 병용하여 설치함
4. 4등급 터널은 방재시설이 설치되는 경우에 시설별로 설치함

자료: 「도로터널 방재시설 설치 및 관리지침」 참고

[별표 2]

연장등급 4등급 지하차도 방재등급 평가 현황

(단위: m)

연번	지하차도 명	관리기관	총연장	터널연장	연장등급	준공연도	위험도지수 산정 여부	방재등급 평가 여부
1	동연평	경기도	640	180	4	2011	미산정	미평가
2	용신	경기도	620	140	4	2011	미산정	미평가
3	강매	고양시	760	350	4	2008	미산정	미평가
4	백마	고양시	580	296	4	2013	미산정	미평가
5	법곳	고양시	820	470	4	2011	미산정	미평가
6	상아벌	과천시	665	280	4	1997	미산정	미평가
7	당말	군포시	579	146	4	1998	미산정	미평가
8	대야	군포시	942	482	4	2003	미산정	미평가
9	두밀	성남시	535	276	4	2008	미산정	미평가
10	벌말	성남시	548	85	4	1993	미산정	미평가
11	백현우회	성남시	525	230	4	2010	미산정	미평가
12	서현	성남시	548	85	4	1993	미산정	미평가
13	이매	성남시	506	103	4	1996	미산정	미평가
14	정자	성남시	1,004	470	4	1996	미산정	미평가
15	하탑	성남시	514	105	4	1993	미산정	미평가
16	고색	수원시	600	120	4	2007	현황자료 없음	미평가
17	권선	수원시	870	498	4	2008	현황자료 없음	미평가
18	밤밭	수원시	600	100	4	1997	현황자료 없음	미평가
19	상구운	수원시	830	260	4	2005	현황자료 없음	미평가
20	서둔	수원시	765	305	4	2008	현황자료 없음	미평가
21	세류	수원시	620	315	4	2006	현황자료 없음	미평가
22	세평	수원시	545	190	4	1980	현황자료 없음	미평가
23	장안	수원시	560	240	4	2006	현황자료 없음	미평가
24	정천	수원시	531	150	4	2000	현황자료 없음	미평가
25	탑동	수원시	700	100	4	1999	현황자료 없음	미평가
26	화서	수원시	850	256	4	2008	미산정	미평가
27	각골	안산시	590	220	4	2001	미산정	미평가
28	신길	안산시	530	176	4	2011	미산정	미평가
29	원곡	안산시	550	165	4	2011	미산정	미평가
30	중앙	안산시	600	236	4	2001	미산정	미평가
31	초지역	안산시	600	200	4	2005	미산정	미평가
32	호수공원	안산시	546	186	4	2004	미산정	미평가
33	범계	안양시	520	160	4	1993	미산정	미평가
34	비산	안양시	560	240	4	1993	미산정	미평가
35	호계	안양시	550	250	4	1993	미산정	미평가
36	김삿갓	양주시	595	280	4	2014	미산정	미평가
37	교하	파주시	516	166	4	2006	미산정	미평가

연번	지하차도 명	관리기관	총연장	터널연장	연장등급	준공연도	위험도지수 산정 여부	방재등급 평가 여부
38	기왓돌	파주시	1,320	165	4	2011	미산정	미평가
39	산내	파주시	620	210	4	2014	미산정	미평가
40	심학산	파주시	623	203	4	2013	미산정	미평가
41	와동	파주시	535	125	4	2013	미산정	미평가
42	책향기	파주시	630	225	4	2013	미산정	미평가
43	한빛	파주시	900	495	4	2011	미산정	미평가
44	신풍	하남시	560	120	4	2008	미산정	미평가
45	진등	하남시	520	110	4	2009	미산정	미평가
46	동부대로5	화성시	585	189	4	2015	정보 부존	미평가
47	동부대로6	화성시	630	219	4	2015	정보 부존	미평가
48	수영리	화성시	600	140	4	2012	정보 부존	미평가
49	숙곡	화성시	590	260	4	2016	정보 부존	미평가
50	화산2	화성시	740	260	4	2015	정보 부존	미평가
51	경인1	서울시설공단	1,675	400,100	4	1989	미산정	미평가
52	신원	서울 동부사업소	732	259	4	2013	미산정	미평가
53	청계산	서울 동부사업소	925	121	4	2013	미산정	미평가
54	증산	서울 서부사업소	575	221	4	1989	미산정	미평가
55	사평	서울 동부사업소	500	150	4	2000	미산정	미평가
56	염곡	서울 동부사업소	530	180	4	1992	미산정	미평가
57	금호	부산시 강서구	600	120	4	2011	미산정	미평가
58	명지동진	부산시 강서구	600	160	4	2016	미산정	미평가
59	안락	부산시 동래구	520	200	4	1990	미산정	미평가
60	좌동	부산시 해운대구	566	150	4	1984	미산정	미평가
61	그린나래	인천시 경제청	610	280	4	2013	미산정	미평가
62	청라	인천시 경제청	610	120	4	2014	미산정	미평가
63	푸른나래	인천시 경제청	530	220	4	2013	미산정	미평가
64	해찬나래	인천시 경제청	765	256	4	2013	미산정	미평가
65	임학	인천시 계양구	580	230	4	1998	미산정	미평가
66	인천대공원앞	인천시 남동구	560	140	4	1995	미산정	미평가
67	고속종점	인천시 미추홀구	500	190	4	1996	미산정	미평가
68	굴포천역	인천시 부평구	583	180	4	2012	미산정	미평가
69	왕길	인천시 서구	520	140	4	2001	미산정	미평가
70	호수공원1	인천시 서구	846	485	4	2012	미산정	미평가
71	호수공원2	인천시 서구	846	485	4	2012	미산정	미평가
72	선학	인천시 연수구	690	240	4	1999	미산정	미평가
73	고잔	인천광역시	700	200	4	2010	산정(2.34)	평가(3등급)
74	송도	인천광역시	860	200	4	2010	산정(2.34)	평가(3등급)
75	해안	인천광역시	800	200	4	2010	산정(2.34)	평가(3등급)
76	봉무	대구시 동구	710	240	4	2006	미산정	미평가
77	불로	대구시 동구	540	160	4	2010	미산정	미평가
78	서변	대구시 북구	966	155,142	4	2000	미산정	미평가

연번	지하차도 명	관리기관	총연장	터널연장	연장등급	준공연도	위험도지수 산정 여부	방재등급 평가 여부
79	매천대교	대구시 서구	500	105	4	1998	미산정	미평가
80	연호	대구시 수성구	940	200	4	2002	미산정	미평가
81	월드컵	대구시 수성구	1,370	290,310	4	2001	미산정	미평가
82	매봉교	대구시설공단	500	90	4	1993	미산정	미평가
83	대서	대구시설공단	530	80	4	1997	미산정	미평가
84	등신교	대구시설공단	583	90	4	1991	미산정	미평가
85	성북교	대구시설공단	565	90	4	1992	미산정	미평가
86	중동교	대구시설공단	550	95	4	1994	미산정	미평가
87	희망교	대구시설공단	540	90	4	1993	미산정	미평가
88	유성	대전시 유성구	600	110	4	1993	미산정	미평가
89	삼천	대전시 서구	555	270	4	1992	미산정	미평가
90	선운	광주광역시	600	240	4	2003	미산정	미평가
91	수완	광주광역시	720	240	4	2007	미산정	미평가
92	연제	광주광역시	620	250	4	2011	미산정	미평가
93	효덕	광주광역시	580	200	4	2004	미산정	미평가

주: 1. 지하차도에 터널이 연속하여 2개로 구성되어 연장을 각각 표기

2. 93개 지하차도 중 90개(1~72, 76~93)는 위험도지수를 미산정, 나머지 3개(73~75)는 위험도지수를 산정한 결과 방재등급 3등급으로 산정되었음에도 4등급에서 3등급으로 상향하지 않음

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

개별처분요구안 (5)번

감 사 원
시정·주의요구 및 통보

제 목 화산1지하차도 등의 제연설비 구축 및 운영 부적정

소 관 기 관 ①화성시 ②한국토지주택공사 ③서울특별시

조 치 기 관 ①화성시 ②한국토지주택공사 ③서울특별시

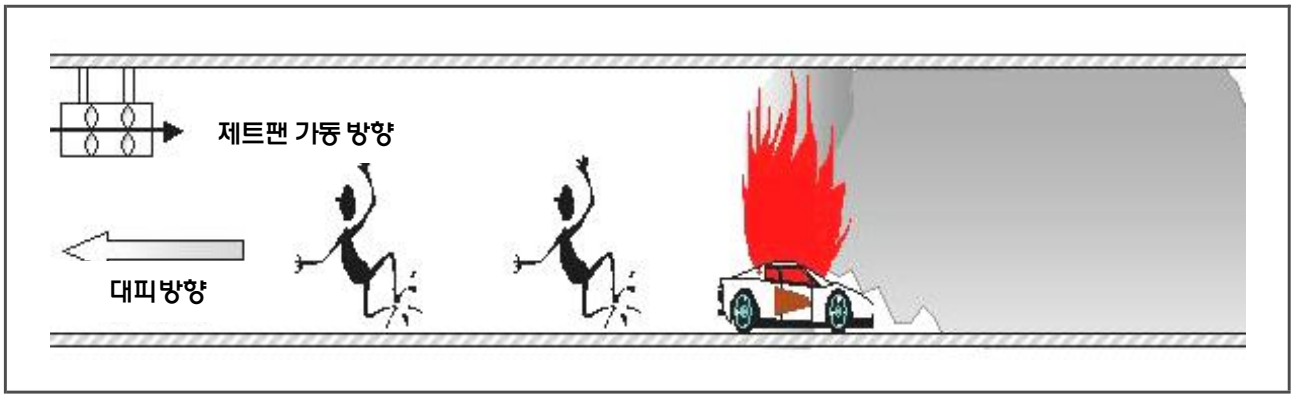
내 용

한국토지주택공사(구 대한주택공사, 이하 “LH공사”라 한다)는 2003. 5. 30. 주식회사 ○○(대표이사 A) 외 2개 업체와 “화성 태안대로 1-2, 1-3호선(화성시 서부우회도로) 개설공사” 실시설계 용역 계약을 맺고 2008년 5월 납품받은 용역성과품에 따라 2008. 6. 16. 주식회사 □□(대표이사 B, 이하 “시공업체”라 한다)과 도급공사 계약을 맺어 2015. 6. 1. 준공처리한 후, 2016. 3. 16. 화성시(도로관리청)로 인계하였다.

「도로터널 방재시설 설치 및 관리지침」(이하 “방재관리지침”이라 한다) 2.2.4.(1)에 따르면 제연설비는 터널 화재 발생 시 연기의 이동방향을 제어하거나 화재지역에서 연기를 배출하여 대피환경을 확보하고, 피난활동 및 소화활동을 용이하게 하며, 화재진화 후에는 터널 내에 남아 있는 연기를 터널 밖으로 배출하기 위한 설비이다.

그리고 제연설비를 이용한 제연은 종류환기방식(제트팬)의 경우 [그림 1]과 같이 화재 시 화재지점으로부터 대피자가 없는 지역으로 기류를 형성하여 연기류의 방향을 대피 반대방향으로 제어함으로써 대피자의 안전을 확보하기 위한 것이다.

[그림 1] 화재 시 지하차도 이용자 대피방향 및 제트팬 가동 방향



자료: 국토교통부 제출자료 재구성

방재관리지침 1.3.(72)에 따르면 임계풍속은 화재 시 연기의 성층화[51]를 유지하면서 열기 및 연기류의 역류현상 억제에 필요한 최소한의 풍속으로서 제연설비의 제연풍속은 같은 지침 6.1.2.(1)에 따라 임계풍속으로 하여야 하고, 이러한 임계풍속을 자동으로 유지하기 위해 제트팬에 대한 제어로직[52]을 구성하도록 되어 있다.

또한 방재관리지침 4.2.2.(1)에 따르면 화재 발생지점 부근의 제트팬 가동은 연기의 성층화를 교란하여 대피에 악영향을 주게 되므로 지하차도 내에 설치되는 자동화재탐지설비는 제트팬 가동에 필요한 범위 내에서 화재 발생지점을 인지할 수 있어야 하고, 같은 지침 6.1.4.(1)에 따르면 제트팬은 화재경보와 연동하여 자동으로 가동되는 제어로직을 구성하도록 되어 있다.

그리고 위 개설공사 실시설계보고서 6.11.3 에 따르면 “제연시스템의 제연 제어는 화재 시 풍속 및 풍향의 상태를 감시하고 제트팬의 운전 방향 및 가동 대수를 결정하여 대피자의 안전한 대피가 이루어질 수 있도록 되어야 한다”라고 되어 있다.

51) 화재연기가 대기와의 온도차에 따른 부력에 의해 터널 상층부에서 연기층을 형성하는 현상을 말하며, 화재 발생지점 부근의 제트팬 가동은 연기의 성층화를 교란하여 대피에 악영향을 주므로 가동을 정지하여 성층화를 유지함

52) 제어논리라고도 칭하며, 특별한 기능을 수행하기 위해서 필요한 단계 또는 사건의 순서를 의미함

또한 지하차도 내 설비인 제트팬, 풍향·풍속계와 해당 설비의 원격자동제어를 위한 중앙정보송수신장치, 원격제어장치 등의 기계설비를 설치하도록 위 개설공사의 계약문서인 공사 내역서가 작성되었다.

따라서 LH공사는 시공업체가 위 개설공사 중 화산1지하차도(총연장 920m, 터널 연장 610m)의 제연설비를 구축할 때 이와 같은 방재관리지침 등에 따라 화재 시 연기류를 대피 반대방향으로 제어하면서 자동화재탐지설비가 감지한 화재지점의 제트팬을 정지하고 자동으로 임계풍속을 유지하는 등 제연설비를 정상적으로 운영할 수 있도록 자동화재탐지설비와 연계하여 제트팬에 대한 제어로직을 제대로 구성하도록 하는 등 공사감독을 철저히 하여야 한다.

그런데 이번 감사기간(2018. 10. 22.~11. 9.) 중 화산1지하차도 내 제연설비[53] 설치·운영 실태를 점검한 결과, [그림 2]와 같이 임계풍속 유지에 필요한 기초데이터 수집 장치(터널 내 풍향·풍속계)에서 측정된 값이 풍향·풍속계의 데이터 송출 기능 고장으로 원격제어시스템에 풍향·풍속계의 측정값이 표출되지 않고 있었으며, 화재 시 임계풍속을 유지하면서 자동으로 화재 지점의 제트팬을 정지하고 제연설비를 가동하여 대피자가 없는 방향으로 연기류를 형성하도록 하는 제어로직이 구성되지 않은 것으로 나타났다.[54]

그리고 지하차도 내에 자동화재탐지설비가 설치[55]는 되었으나 제연설비 등의 기계설비와 연계·작동되도록 시공되어 있지 않은 등 부실시공되었는데도 LH공사는

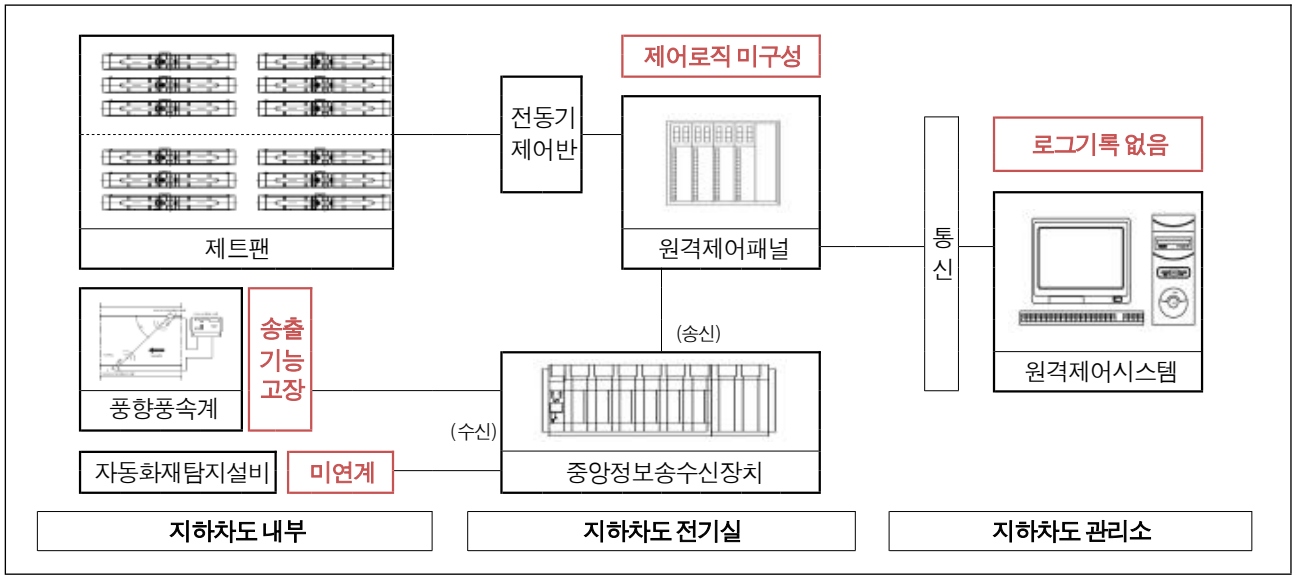
53) 제트팬 상·하행 6대씩 총 12대, 풍향·풍속계측기 상·하행 1대씩 총 2대

54) 원격제어시스템상 데이터가 최초로 기록된 2016. 1. 1.부터 2018년 10월 현재까지 로그기록이 없는 것으로 나타나는 등 시공업체가 당초에 원격제어시스템을 부실 시공

55) 자동화재탐지설비와 제연설비를 연계하는 부분은 실시설계에서 누락된 채로 발주되어 전기공사업체인 ●●주식회사외 1개업체는 자동화재탐지설비만 설치

그대로 준공처리한 것으로 나타났다.[56]

[그림 2] 화산1지하차도 제연설비 구축 현황



자료: 화성시 제출자료 재구성

그 결과 화산1지하차도에 설치된 제연설비가 제연기능을 수행할 수 없도록 부실하게 설치되어 화재 시 지하차도 내에 있는 사람들이 안전하게 대피하지 못하고 인명피해 위험 등이 있다.

유사 사례

○ 서울특별시는 2008. 3. 4. △△주식회사(대표이사 C) 외 1개 업체[57]와 "서부트럭터미널앞 지하차도건설공사" 도급공사 계약을 맺어 서부트럭터미널앞 지하차도(총연장 1,075m, 터널연장 950m)를 2014. 10. 31. 준공처리

- 공사 특기시방서 제3장 2.3.2.(4), 2.3.3.(2) 및 2.3.3.(4) 등에 따르면 지하차도 내의 제연설비는 화재 시 연기의 피해를 최소화할 수 있는 배연방향을 설정하고, 지하차도 내 사람의 대피를 돕기 위하여 풍속은 제연풍속 이상으로 유지하며, 화연(火煙)의 이동속도는 대피 중인 사람의 뒤쪽까지 확산되지 않는 속도[58]를 유지하고, 화재가 발생한 구간에서는 화염층을 흐트러뜨리는 환기운용은 바람직하지 않은 것으로 규정(제트팬 가동 정지)

56) 「공사계약일반조건」 제19조의2에 따르면 시공업체는 설계서의 불분명·누락·오류 및 설계서간의 상호모순 등이 있는 사실을 발견하였을 때에는 설계변경이 필요한부분의 이행전에 해당 사항을 분명히 한 서류를 작성하여 발주처에 설계변경을 통지하여야 하지만, 시공업체는 제연설비와의 미연계 등을 해결하기 위한 설계변경을 통지하지 않았을 뿐만아니라 풍향·풍속계 수집데이터 송출 기능 고장, 제어로직 미구성 등 설계 내역에 포함된 기계설비를 부실시공하였고, LH공사도 제연설비가 이와 같이 부실하게 시공된 것을 모른 채 그대로 준공처리

57) ▷▷ 주식회사(대표자 D)

- 이번 감사기간(2018. 10. 22.~11. 9.) 중 서부트럭터미널앞 지하차도 내 제연설비를 점검한 결과, 임계풍속 유지에 필요한 기초데이터 수집 장치(터널 내 풍향·풍속계 등의 계측기)에서 측정된 값은 원격제어시스템에 표출되고 있었으나, 화재 시 임계풍속을 유지하면서 자동으로 화재 지점의 제트팬을 정지하고 제연설비를 가동하여 대피자가 없는 방향으로 연기류를 형성하도록 하는 제어로직을 미구성
- 그 결과 2017. 10. 19. 위 지하차도 내에서 발생한 소형화물차 화재사고[59] 시 화재지점 인근의 제트팬을 포함하여 전체 제트팬이 모두 가동되어 화재가 확산[60][61]되었고, 이후 화재시 고장난 풍향·풍속계를 1년여간 방치

관계기관 의견 화성시와 LH공사는 감사결과를 수용하고 상호 협의하여 화산1 지하차도의 제연설비를 방재관리 지침 및 실시설계에서 정한 바에 따라 계약업체 부담으로 보완 조치하고 향후 관련 업무를 철저히 하겠다는 의견을 제시하였다.

또한 서울특별시도 감사결과를 수용하고 서부트럭터미널앞 지하차도의 제연설비를 방재관리 지침 및 공사시방서에서 정한 바에 따라 계약업체 부담으로 보완 조치하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항

화성시장은 한국토지주택공사 사장과 협의하여 부실하게 시공된 화산1지하차도 제연설비에 대하여 부실 발생 원인자 부담으로 기능을 보완하시기 바랍니다.(시정)

58) 임계풍속을 의미하고 터널 내 데이터 수집 장치인 풍향·풍속계 계측값을 기준으로 유지되며, 서부트럭터미널앞 지하차도의 임계풍속은 1.8㎧

59) 재활용 폐지를 적재한 소형트럭의 적재함에서 원인을 알 수 없는 화재 발생

60) 서부트럭터미널앞 지하차도 화재와 관련, 서울특별시 양천소방서에서 작성한 "양천구 신정동 지하차도 차량 적재물 화재 현장 조사서"에 따르면 최초 소방대 도착 당시 적재함 재활용 폐지에 불꽃이 급격히 차량 전면부로 진행되고 있었는데, 이는 제트팬 작동으로 발생한 바람의 영향으로 판단된다고 기술되어 있음

61) 서울특별시(강서도로사업소)는 화재차량이 가입한 보험사로부터 화재로 고장 난 풍향·풍속계(설치비: 2,000만 원~3,000만 원)에 대하여 보상처리가 불가하다고 통보(보험사에서는 양천소방서에서 작성한 사고조사내용을 확보)를 받았고, 이에 따라 서울특별시는 1년여간 풍향·풍속계를 수리하지 않고 방치함

한국토지주택공사 사장은

① 앞으로 터널(지하차도 포함)공사의 제연설비가 부실 시공되었는데도 그대로 준공처리하는 일이 없도록 하는 등 공사감독 업무를 철저히 하고(**주의**)

② 풍향·풍속계 수집데이터 미송출, 제어로직 미구성 등 제연설비를 부실하게 시공한 주식회사 □□에 대하여는 「건설기술진흥법」제53조 제1항에 따라 부실벌점을 부과하는 방안을 마련하시기 바랍니다.(**통보**)

서울특별시장은

① 부실하게 시공된 서부트럭터미널앞 지하차도 제연설비에 대하여 시공업체의 부담으로 제어로직을 구성하는 등 기능을 보완하고, 고장 난 풍향·풍속계를 시급히 교체하며, 앞으로 터널(지하차도 포함)공사의 제연설비가 부실 시공되었는데도 그대로 준공처리하거나 고장난 방재시설을 방치하는 일이 없도록 공사감독 및 터널관리 업무를 철저히 하고(**시정**)

② 제연설비를 부실하게 시공한 △△주식회사 외 1개 업체에 대하여는 「건설기술진흥법」 제53조 제1항에 따라 부실벌점을 부과하는 방안을 마련하시기 바랍니다.(**통보**)

개별처분요구안 (6)번

감 사 원

시정요구 및 통보

제 목 청수지하차도 배수개선사업 추진 부적정

소 관 기 관 천안시

조 치 기 관 천안시

내 용

천안시는 2017. 7. 14. 등 2회에 걸친 집중호우로 청수지하차도(연장: 430m)가 침수되자 재발방지를 위해 같은 해 10. 20. ▽▽주식회사(대표이사 E, 이하 "설계업체"라 한다)와 "청수지하차도 주변개량(수해복구)공사 실시설계용역" 계약(계약금액: 142,788,000원)을 맺고, 2018. 1. 22. 납품받은 용역성과품(실시설계 보고서)에 따라 같은 해 4. 5. 주식회사◁◁(대표이사 F)과 계약(계약금액: 2,259,380,000원)을 맺어 2019. 4. 10. 준공예정으로 "청수지하차도 일대 주변 개량공사(수해복구)"를 시행하고 있다.

1. 천안천 외수위에 의한 침수방지대책 수립 부적정

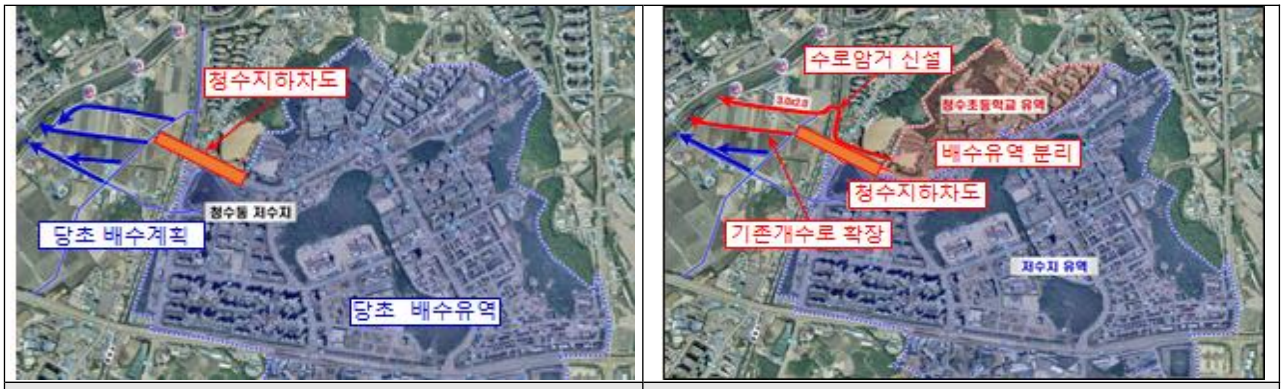
위 공사는 집중호우 시 청수지하차도와 주변지역의 침수를 방지하기 위한 공사로서 [그림 1]과 같이 청수지하차도 일대에 내린 우수를 당초 4개의 기존 개수로가 2개로 합쳐져 천안천으로 자연방류하던 것을 기존 개수로 4개소 중 1개소는 관로의 규격을 확장[62]하고, 1개소는 철거 후 수로암거[63]를 신설(자연배수 방식)하는 한편 지하차도

62) 연장 336.0m(규격: 0.6m×0.6m → 1.0m×1.0m)

63) 연장 860.5m(3.0m×2.0m- 669.5m, 3.0m×1.5m-97m, 2.5m×1.0m-94.0m

진입부에는 우수 유입을 차단하기 위해 1.0m 높이의 차수벽을 설치하는 공사이다.

[그림 1] 청수지하차도 배수개선공사 현황



개량공사 전	개량공사 후

자료: 천안시 제출자료 재구성

「하천설계기준·해설」 20.2.1 및 20.2.2. 등에 따르면 강우에 의한 내수지역 침수 피해를 최소화하기 위해 배수처리 계획을 수립할 때에는 내수위[64]와 외수위[65](방류하천: 천안천)를 고려하여 자연배수 방식, 강제배수 방식 또는 혼합 방식을 정하도록 되어 있고, 방류하천(천안천)의 계획기준 수위[66]는 해당 하천의 계획홍수위에 따르도록 되어 있다.

한편 "실시설계 보고서" 제6장 침수분석(SWMM)[67] 결과에 따르면 기존 개수로 확장 및 개수로 철거 후 수로암거를 신설(자연배수 방식)하는 위 개량공사 후 외수위(천안천 계획홍수위)에 의한 침수를 방지하기 위해서는 천안천 제방 인근에 유수지와 펌프장(강제배수 방식)이 설치되어야 하는 것으로 검토되어 있다.

따라서 천안시는 위 개량공사를 추진할 때에는 집중호우 시 천안천 외수위에 의해 청수지하차도와 주변지역이 침수되지 않도록 개수로 확장, 수로암거 신설 외에 방류부

64) 하천방류를 기준으로 둑 안쪽의 물높이로 청수지하차도의 경우 설계 강우량에 따른 침수높이

65) 하천방류를 기준으로 둑 바깥쪽의 물높이로 청수지하차도의 경우 천안천의 홍수위

66) 내수를 하천으로 원활하게 방류하기 위한 설계수위

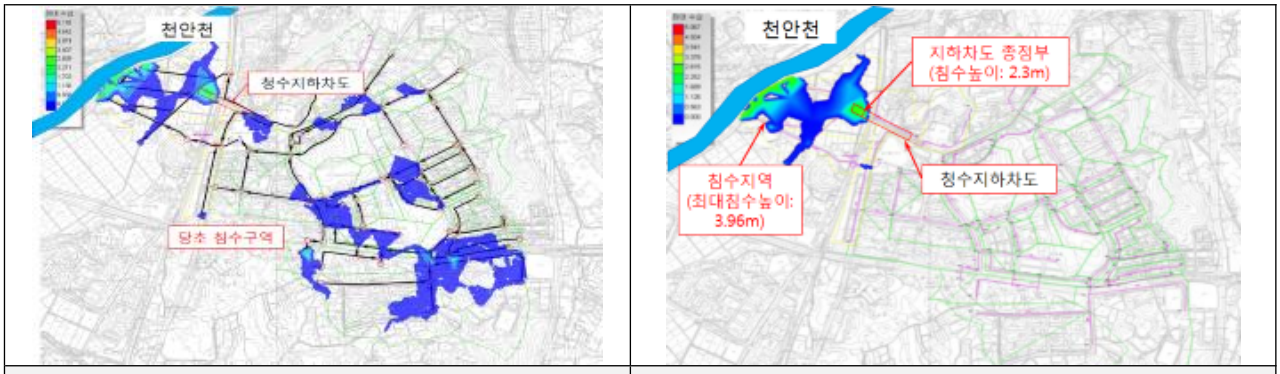
67) Storm Water Management Model의 약자로 도시지역에 적합한 침수분석 프로그램이며, 시간흐름에 따른 강우의 변화로 발생하는 우수의 유출수량과 주변 배수관망을 고려하여 침수 위험도를 분석할 수 있음

부근(천안천 제방 인근)에 유수지와 펌프장을 설치하여 집중호우 시 우수를 천안천으로 강제배수하는 등의 근본적인 침수방지대책을 수립하여 추진하는 것이 타당하다.

그런데 천안시는 위 개량공사를 추진하면서 천안천 외수위에 의한 역류·월류 여부를 제대로 검토하지 않고, 단순히 집중호우 시 청수지하차도 일대에서 유출되는 우수에 대한 통수단면만 확보가 가능한 기존 개수로 확장 및 수로암거를 신설하거나 청수지하차도 진입부에 차수벽(높이 1.0m)만 설치하는 사업을 시행하고 근본적인 침수방지 대책인 유수지와 펌프장 설치 공사는 시행하지 않고 있다.

이에 이번 감사원 감사기간(2018. 10. 22.~11. 9.) 중 위 개선공사의 설계업체로 하여금 개선공사를 완료한 후의 배수개선 효과를 분석[68]한 결과, 신설예정인 수로암거의 방류부 높이(EL: 24.5~27.7m)가 천안천의 계획홍수위(80년 빈도, EL.28.1m)보다 낮아 수로암거의 개구부(開口部, 점검용 맨홀, 1.0m×1.0m×4개소)를 통해 우수가 역류·월류됨으로써 [그림 2]와 같이 30년 이상의 호우 시 천안천 방류부 인근은 최대 3.94m까지 침수(면적: 95,400~95,600㎡)되고, 청수지하차도 진입부 인근도 지하차도 차수벽(높이 1.0m) 높이보다 높은 2.3m까지 침수되어 지하차도가 침수되는 것으로 나타났다.

[그림 2] 청수지하차도 개량공사 전 후 침수지역



배수개선공사 전 침수지역	배수개선공사 후 침수지역

자료: 천안시 제출자료 재구성

68) 감사기간 중 위 개선공사의 설계업체인 ▽▽주식회사에서 배수개선효과를 분석

그 결과 당초 계획대로 개량공사를 시행할 경우 청수지하차도와 주변 지역의 침수를 방지할 수 없어 집중호우 시 청수지하차도 등이 침수될 우려가 있다.

2. 신설예정 수로암거 구조물 부실설계

「하수도시설기준」 1.12.2.에 따르면 수로암거 구조물은 시공 중 또는 구조물에 작용하는 각종 하중 및 외적 영향 등을 고려하여 안전하게 설계하도록 되어 있고, 지하수위가 높은 지점에 설치하는 수로암거 구조물은 내부가 비어 있을 때에도 부력[69]에 안전하게 설계하도록 되어 있다.

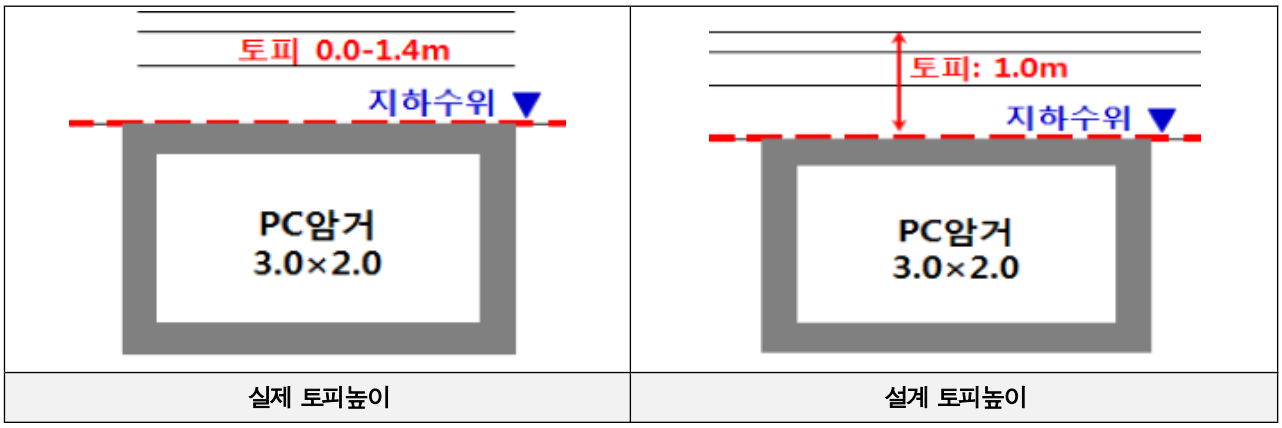
또한 천안시 실시설계용역 「용역계약일반조건」 제8절 5. 등에 따라 설계업체로부터 준공신고서를 제출받고 검사할 때에는 설계업체가 계약이행 내용의 전부 또는 일부를 계약에 위반되거나 부당하게 수행하였는지 검사하여 설계도서 수정·보완 등 필요한 조치를 하도록 되어 있다.

그런데 위 설계업체는 위 공사 중 수로암거 구조물을 설계하면서 [그림 3]과 같이 공사 후 수로암거 구조물 상부의 토피[70](土皮)높이는 구간별로 최소 0.0m부터 최대 1.4m인데도 수로암거 연장 669.5m(규격: 3.0m×2.0m) 전체를 토피높이를 1.0m로 일괄 적용하여 부력에 대한 안전율이 1.687(기준 1.2 이상)이 되어 안전한 것으로 설계하였고, 천안시는 설계업체로부터 납품받은 용역 성과품을 제대로 검토하지 않고 적정한 것으로 인정하여 그대로 준공처리하였다.

---

69) 구조물이 물속(지하수위)에 잠긴 부피의 물 무게만큼 가벼워지는 힘이 중력의 반대 방향(구조물의 수직 방향)으로 작용함
70) 흙의 두께, 예를 들어 구조물이 땅속 1m에 묻혀 있다면 토피는 1m에 해당

[그림 3] 수로암거 구조물 토피 현황



자료: 천안시 제출자료 재구성

이에 이번 감사원 감사기간(2018. 10. 22.~11. 9.) 중 수로암거 전체 연장 669.5m(7개 구간)에 대해 설계도면상의 실제 토피높이를 적용하여 부력에 대한 안전성을 재분석[71]한 결과, [표]와 같이 수로암거 구조물 전체 연장 669.5m 중 195.3m 구간(2개 구간)은 부력에 대한 안전율이 기준치인 1.2보다 낮은 0.8에서 1.1인 것으로 나타났다.

[표] 수로암거 구조물 부력검토 결과

(단위: m)

구분	설치위치	연장주)	당초 설계			재검토(감사원)		
			적용 토피고	안전율 (기준: 1.2)	결과	정당 토피고	안 전 율 (기준: 1.2)	결과
수로암거 (3.0X2.0m)	NO0+00.00~NO3+00.00	60	1.0	1.687	OK	1.0	1.26	OK
	NO3+00.00~NO13+14.70	214.7				0.0	1.25	OK
	NO13+14.70~NO21+00.00	145.3				0.0	0.8	NG
	NO21+00.00~NO23+10.00	50				0.7	1.1	NG
	NO23+10.00~NO25+9.70	39.7				0.6	1.27	OK
	NO25+9.70~NO31+12.80	123.1				0.8	1.32	OK
	NO31+12.80~NO33+9.5	36.7				1.4	1.74	OK
	합 계	669.5	-	-	-	-	-	OK

자료: 천안시 제출자료 재구성

71) 감사기간 중 위 개선사업의 설계업체인 ▽▽주식회사에서 수로암거 전체 연장에 대해 부력에 대한 안전성을 재분석

그 결과 당초 설계대로 수로암거 구조물을 설치할 경우 집중호우 시 수로암거 구조물이 부력에 의해 파손되는 등 배수능력을 상실하여 청수지하차도와 주변지역이 침수될 우려가 있다.

관계기관 의견 천안시는 감사결과를 수용하면서 청수지하차도와 그 일대 침수를 방지할 수 있도록 유수지와 펌프장을 설치하는 등 근본적인 침수 방지대책을 마련하고, 부실하게 설계된 수로암거 구조물에 대하여는 설계업체의 부담으로 설계도서를 보완하여 부력에 대해 안전하게 설치하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 **천안시장**은

① 청수지하차도와 주변지역의 침수를 방지할 수 있도록 천안천 제방 인근에 유수지와 펌프장을 설치하는 등 근본적인 침수방지대책을 마련하고, 수로암거 구조물을 부실하게 설계한 업체에 대하여 「건설기술진흥법」 제53조 제1항의 규정에 따라 부실벌점을 부과하는 방안을 마련하고(**통보**)

② 부실하게 설계된 수로암거 구조물에 대하여는 설계업체의 부담으로 설계도서를 보완·납품받아 시공하고, 앞으로 부실하게 설계된 용역성과품을 납품받는 일이 없도록 하는 등 설계용역 준공검사 업무를 철저히 하시기 바랍니다.(**시정**)

개별처분요구안 (7)번

감 사 원

통 보

제 목 지하차도 유지관리용 점검통로 설치기준 미비

소 관 기 관 국토교통부

조 치 기 관 국토교통부

내 용

1. 업무개요

국토교통부는「건설기술진흥법」제44조에 따라 도로를 설계할 때 적용하여야 할 최소한의 일반적·기술적 기준을 정함으로써 도로이용자의 편의와 도로안전도의 향상을 위해「도로설계기준」(KDS 44 00 00) 등을 제정·운용하고 있다.

2. 관계법령(판단기준)

「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」제11조에 따르면 지하차도 등 시설물 관리주체는 소관 시설물의 안전과 기능을 유지하기 위하여 정기적으로 안전점검을 실시하도록 되어 있고,「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」(이하 "소방시설법"이라 한다) 제25조 등에 따르면 터널(지하차도 포함) 등 특정소방대상물의 관계인은 그 대상물에 설치되어 있는 소방시설 등[72]에 대하여 정기적으로

72) 소방시설법 시행령 제4조 및 [별표 1]에서 정하고 있으며,「도로터널 방재시설 설치 및 관리지침」에서 정하고 있는 방재시설 중 소화설비(소화기구, 옥내소화전설비, 물분무설비), 경보설비(비상경보설비, 자동화재탐지설비, 비상방송설비), 피난대피설비(비상조명등, 유도등, 피난연결통로, 피난대피터널, 격벽분리형 피난대피통로), 소화활동설비(제연설비, 무선통신보조설비, 연결송수관설비, 비상콘센트설비) 등 4개 분야 15개 설비와 동일함. 단 대피시설(피난연결통로, 피난대피터널, 격벽분리형 피난대피통로)은 방화문만 해당

자체점검을 하도록 되어 있다.

그리고 「터널설계기준」(KDS 27 00 00) "조사 및 계획"(KDS 27 10 10) 2.3.4 (1)에 따르면 터널의 내공단면[73] 크기는 유지관리에 필요한 점검통로 등을 고려하여 정하도록 되어 있고, 「철도설계기준」(KDS 47 00 00)의 "터널"(KDS 47 10 70) 2.1 (2)에 따르면 내공단면은 유지관리에 필요한 여유폭, 보도 등을 고려하여 정하도록 되어 있다.

이에 국토교통부는 도로 및 철도건설공사의 설계에 적용하기 위해 위 설계기준의 하위기술기준인 「국도건설공사 설계실무 요령」, 표준도(도로, 철도) 등을 제정하면서 [그림 1]과 같이 도로 및 철도 터널 내 유지관리용 점검통로의 폭, 높이 등 설치기준을 마련하였고, 도로 및 철도설계 기술자들은 이를 실무에 활용하여 터널에 점검통로를 설계하고 있다.

[그림 1] 터널 점검통로 표준도

도로 터널(폭 75cm)	철도 터널(폭 80cm)

자료: 감사대상기관 제출 자료 재구성

한편 지하차도는 지표면에서 땅을 파들어간 뒤 구조물을 설치하고 흙을 다시 메우는 공법(개착공법)으로 설치하는 것으로, 이러한 지하차도는 터널과 유사한 특성을 보유하고 있다.

73) 내공단면(內空斷面, inner section): 터널 안쪽의 단면 형상을 말함

따라서 터널과 유사한 단면으로 구성되면서 벽면(벽체)에 소화설비, 경보설비 등의 방재시설을 설치하고 관리하는 지하차도의 경우에도 시설물 점검 시 교통정체를 유발하는 교통차단을 최소화하고 점검자의 안전을 확보하기 위해서는 점검통로가 필요하며, 지하차도 내에 이러한 점검통로가 설치되면, 평상시 유지관리용으로 사용하다가 화재 및 침수 등 비상시에는 지하차도 이용자의 대피로로 이용이 가능할 뿐만 아니라 전력케이블 등을 벽면에 부착하지 않고 점검통로의 내부 공동구에 설치할 수 있어 안전 및 미관 측면에서도 유리하므로 일반 터널과 같이 지하차도 내에 점검통로 설치기준을 마련하는 것이 타당하다.

3. 감사결과 확인된 사항

그런데도 국토교통부는 지하차도 내 유지관리용 점검통로와 관련하여 「터널설계기준」에 유지관리에 필요한 점검통로 등을 고려하여 터널(지하차도 포함)의 내공단면을 정하도록 하고서도, 지하차도의 시공자 등이 일반 터널과 다른 지하차도 시공 공법을 고려하여 점검통로를 설치할 수 있도록 지하차도 내 점검통로의 폭, 높이와 같은 기본적인 설치기준을 정한 하위기술기준(「국도건설공사 설계실무 요령」 및 표준도 등)을 마련하지는 않았다.

이와 관련하여 이번 감사기간(2018. 10. 22.~11. 9.) 중 총연장 500m 이상의 지하차도 121개 전체[74]를 대상으로 점검통로 설치 여부 등을 점검한 결과, 이 중 29개[75](24%)는 점검통로를 설치·운영하고 있으나, 나머지 92개(76%)는 점검통로가 설치되어 있지 않은 것으로 나타났다.

---

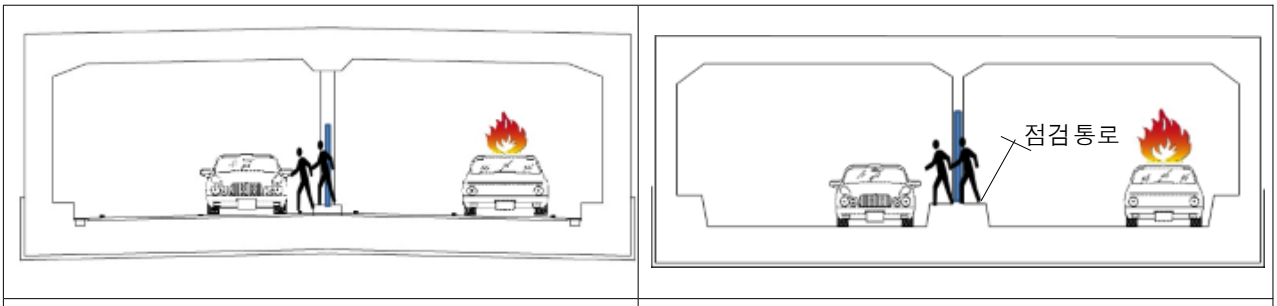
74) 총연장 500m 미만 지하차도의 경우 준공도면 미비 등의 사유로 정확한 점검통로 폭을 확인할 수 없어 제외

75) 일반 도로터널의 표준도 등에서 제시한 점검통로 높이(약 60㎝)보다는 낮은 높이(평균 25㎝)로 설치된 점검통로 5개 포함

한편, 경기도 화성시 소재 동부대로3 지하차도(총연장: 1,065m, 터널연장: 895m)를 표본으로 점검통로 설치에 따른 장·단점을 검토한 결과, 점검통로 설치에 소요되는 초기 공사비는 2억 4,708만 원(개략공사비)[76]인 데 비해, 점검통로 설치로 정기적인 시설물 점검과 전기시설(전력케이블 등) 및 방재시설(소화설비 등)에 대해 점검자의 안전을 확보하면서 효율적으로 관리할 수 있는 이점이 있었으며, 시설물 점검 시 교통통제에 따른 혼잡비용[77]을 절감(연간 절감액: 4,242만~3억 4,460만 원, 운영기간 30년간 절감액: 12억 7,260만~103억 3,800만 원)[78]할 수 있는 것으로 나타났다.

또한 [그림 2]와 같이 지하차도 상·하행을 분리하는 중앙 분리벽 쪽에 점검통로를 설치하여 대피로로 활용하는 경우에는 화재 등 비상시 반대편 지하차도로 대피하기 위하여 설치한 피난연결통로의 차단문[79]을 통과한 사람이 반대편 지하차도를 주행 중인 차량과 안전하게 동선이 분리되어 2차 사고를 방지할 수 있는 이점도 있는 것으로 나타났다.

[그림 2] 화재 시 지하차도 피난 대피 개념도



지하차도 점검통로 미설치(예)	지하차도 점검통로 설치(예)

자료: 감사대상기관 제출 자료 재구성

76) (구조물 공사비-트레이 공사비)×지하차도 총연장=(30.4만 원/m-7.2만 원/m)×1,065m=2억 4,708만 원

77) 도로를 주행하는 차량이 교통혼잡으로 인해 정상속도 이하로 운행함으로써 발생하는 시간가치의 손실과 차량운행비의 증가 등과 같이 추가적으로 발생하는 총체적인 손실비용

78) 지하차도 점검 주기를 주당 오후 3시간으로 정하고 있어 오후 시간대(13~18시) 중 교통량이 가장 적은 시간대와 가장 많은 시간대를 구분하여 한국교통연구원(KOTI)에서 개략적으로 산출한 혼잡비용

79) 터널과 달리 박스형 구조물에 차단벽을 설치하여 상·하행선을 구분하는 지하차도의 경우 화재 시 대피를 위해 250m 간격으로 설치하는 피난연결통로를 차단문 형태로 설치

그 결과 지하차도에 유지관리용 점검통로가 설치되지 않아 교통통제에 따른 민원 발생 등을 이유로 「소방시설법」 및 같은 법 시행규칙 제18조에서 정하고 있는 방재시설의 작동기능점검 등을 제대로 실시하지 않고 있고[80], 지하차도 내 화재 등 비상시 지하차도 이용자가 반대편 지하차도로 대피하다가 2차 사고가 발생할 우려가 있다.

관계기관 의견 국토교통부는 감사결과를 수용하고 지하차도 유지관리 및 비상시 피난로로 활용할 수 있도록 지하차도의 점검통로 설치가 필요한 것으로 판단하고 설치기준을 검토하는 등의 방안을 마련하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 **국토교통부장관**은 도로관리청이 지하차도 시설물과 지하차도 내에 설치한 방재시설 점검 시 점검통로로 이용하고, 지하차도 내 화재 또는 침수 등 비상시 지하차도 이용자가 피난로로 활용하여 안전하게 대피할 수 있도록 지하차도의 점검통로 설치기준을 마련하시기 바랍니다.(**통보**)

80) 소화설비(31개 지하차도), 경보설비(5개 지하차도), 피난대피설비(7개 지하차도), 소화활동설비(3개 지하차도), 비상전원설비(4개 지하차도)가 고장으로 작동하지 않거나 파손됨

개별처분요구안 (8)번

감 사 원

통 보

제 목 **배수펌프 원격제어시스템 구축 및 운영 부적정**

소 관 기 관 국토교통부

조 치 기 관 국토교통부

내 용

1. 업무개요

국토교통부는 2012년 11월 도로 배수시설의 설계 및 관리 등에 적용하기 위해 「도로 배수시설 설계 및 관리지침」(2016년 8월 국토교통부 예규 제139호로 개정, 이하 "배수시설 지침"이라 한다)을 제정하고 각 도로관리청으로 하여금 배수시설 지침에 따라 지하차도의 배수시설을 설치·관리하도록 한 후 이를 지도·감독하고 있다.

2. 관계법령(판단기준)

배수시설 지침 Ⅲ(도시지역 도로배수시설) 6.3(펌프시설) [해설]에 따르면 지하차도 내 집수정에 유입된 우수를 배수하기 위해 설치하는 배수펌프는 집수정의 수위변동에 따라 자동으로 작동하는 수중펌프 시스템을 사용하도록 되어 있다.

이에 따라 각 도로관리청은 지하차도 배수시설을 설치·운영하면서 집수정의 수위변동에 따른 부력의 영향으로 수위계가 움직여 배수펌프를 자동으로 작동시키는 현장자동제어 방식(오뚝이 수위계)을 주로 설치·운영하여 왔다.

그런데 최근에는 디지털 전자장치의 발달로 집수정에 초음파 수위계를 설치하고, 집수정 내 수면에 초음파를 투사하여 수위를 실시간으로 측정한 뒤, 이를 토대로 지하차도 관리자가 상황실에서 배수펌프를 직접(수동) 작동시키거나 집수정이 일정 수위에 도달할 때 자동으로 작동시키는 '원격제어시스템'(Programmable Logic Controller, 이하 "PLC"라 한다)[81]을 구축・운영하는 사례가 증가하고 있다.

이번 감사기간(2018. 10. 22.~11. 9.) 중 총연장 500m 이상의 지하차도 121개를 전수조사한 결과, [표]와 같이 6개(5.0%)는 집수정, 배수펌프 및 수위계 등을 설치하지 않은 채 자연배수 방식으로 운영되고, 53개(43.8%)는 오뚝이 수위계를 설치하여 현장자동제어 방식으로 운영되고 있으며, 62개(51.2%)는 초음파 수위계를 설치하고 기존 오뚝이 수위계와 함께 PLC 방식으로 구축·운영되고 있었다.

[표 1] 지하차도 배수펌프 제어방식 현황

(단위: 개, %)

구분	현장자동제어	PLC	자연배수	합계
지하차도 개소수 (비율)	53 (43.8)	62 (51.2)	6 (5.0)	121 (100)

자료: 감사대상기관 제출 자료 재구성

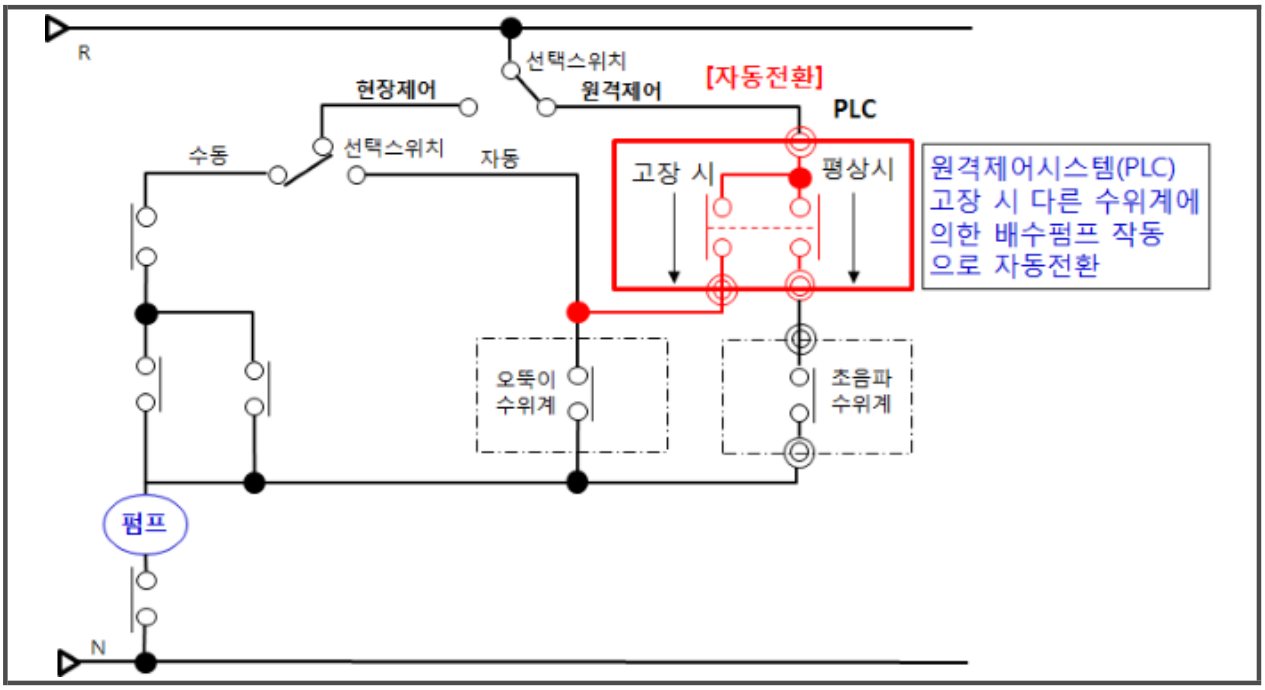
한편 현장자동제어 방식으로만 구축·운영 중인 지하차도의 경우 정기적으로 인력을 투입하여 오뚝이 수위계가 정상 작동하는지 여부를 점검하여야 하고, 오뚝이 수위계 고장 시 배수펌프 가동도 중단되어 지하차도 침수가 불가피한 반면, PLC의

81) 사용자가 원격상황실에서 원하는 대로 기계를 작동하고자 프로그래밍이 가능한 중앙처리장치(CPU)를 사용하여 프로세서를 제어하는 디지털 전자 장치를 말하며, 제어처리를 담당하는 중앙 제어부, 입력 신호를 받아 중앙 제어부로 넘겨주는 입력부, 처리된 신호의 결과를 제어 대상에 전달해주는 출력부 등 3개 부분으로 구성됨. PLC는 배수펌프 제어뿐 아니라 기계, 물류, 공장 설비 등 자동제어시스템을 사용하는 산업 전반에서 광범위하게 사용 중

경우에는 상황실에서 컴퓨터를 통해 상시 집수정 수위를 감시하여 제어가 가능하고 여러 개의 펌프를 동시 제어할 수 있으나 프로그램 오류 또는 습도·온도·낙뢰 등의 원인으로 고장이 발생하면 배수펌프 가동이 중단될 가능성이 있다.

따라서 국토교통부는 배수시설 지침에 도로관리청이 배수펌프 작동시스템을 PLC 방식으로 구축·운영할 때에는 PLC 고장 등에 대비하여 오뚝이 수위계에 의한 현장자동제어 방식과 PLC 방식을 모두 구축하여 독립적으로 운영하거나 [그림]과 같이 PLC 고장 시 이를 인지하고 오뚝이 수위계에 의한 현장자동제어 방식으로 자동 전환되어 배수펌프가 작동되도록 PLC를 구축·운영하는 등의 방안을 마련하는 것이 타당하다.

[그림] PLC 고장 등에 대비한 시스템 구축 방법(자동전환 방식)



자료: 감사대상기관 제출 자료 재구성

3. 감사결과 확인된 사항

그런데 국토교통부는 배수시설 지침 Ⅲ.6.3 [해설]에 “배수펌프는 수위변동에 따라 자동작동이 되는 수중펌프 시스템을 사용”하도록만 규정하고 최근 도로관리청에서 구축·운영사례가 지속적으로 증가하고 있는 PLC 방식에 대하여 PLC 고장 등에 대비한 적정한 시스템 구축·운영 기준을 마련하지 않고 있다.

이와 관련하여 이번 감사기간 중 PLC 방식으로 구축·운영 중인 총 62개 지하차도에 대하여 PLC 고장 시 배수펌프가 자동으로 상시 작동이 가능한지를 점검한 결과, [별표] “배수펌프 원격제어시스템(PLC) 구축 현황”과 같이 대전광역시 유성구에 있는 유성지하차도 등 5개[82]는 PLC에 자동전환 기능이 있거나 PLC와 현장자동제어 방식(오뚝이 수위계)이 모두 구축·운영(이중화)되어 PLC가 고장나더라도 상시 배수펌프 작동이 가능하였으나 나머지 57개는 PLC 고장시 현장자동제어 방식으로 자동전환되는 기능이 없이 원격제어로만 배수펌프가 작동되도록 시스템을 구축·운영하고 있었다.

한편 수원시의 경우 고색지하차도 등 15개 지하차도에 자동전환 기능이 없는 PLC 방식으로 배수펌프 제어시스템을 구축·운영하다가 2018. 8. 28. 호우 시 오목천 지하차도(총연장 430m)에서 PLC 고장으로 배수펌프가 가동되지 않아 지하차도 침수사고가 발생하였고, 그 후 수원시는 PLC 고장에 대비하여 PLC를 보완(자동전환 기능 추가)하지 않은 채 침수된 설비 원상복구(보수비: 1.2억 원)만한 후 위 15개 지하차도 전체에 대해 PLC에 의한 배수펌프 원격제어를 중단하고 오뚝이 수위계에

82) [별표]의 연번 1~5 참조

의한 현장자동제어 방식으로만 운영하고 있다.

그 결과 자동전환 기능이 없는 PLC를 구축·운영 중인 지하차도의 경우 PLC 고장 등 비상시 배수펌프를 자동으로 작동시킬 수 없어 지하차도가 침수될 우려가 있다.

관계기관 의견 국토교통부는 감사결과에 별다른 이견을 제시하지 않으면서 PLC 구축·운영 시 오작동 등에 대비한 방안을 마련하도록 관련 지침에 반영하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 **국토교통부장관**은 「도로 배수시설 설계 및 관리지침」 등에 원격제어시스템 구축·운영 시 시스템이 고장나더라도 다른 수위계에 의해 배수펌프가 계속 작동될 수 있도록 원격제어시스템 구축·운영기준을 마련하고, [별표] "배수펌프 원격제어시스템(PLC) 구축 현황"과 같이 자동전환 기능이 없는 원격제어시스템을 구축·운영 중인 지하차도 57개에 대하여는 해당 도로관리청으로 하여금 시스템 고장 시 다른 수위계에 의하여 배수펌프가 작동되도록 시스템을 보완하도록 하는 방안을 마련하시기 바랍니다.(**통보**)

[별표]

배수펌프 원격제어시스템(PLC) 구축 현황

연번	관리기관	지하차도명	제어방식 (원격 또는 현장제어)	PLC 고장시 배수펌프 자동작동 여부 및 방법
1	대전광역시 유성구	유성	원격	작동가능(자동전환)
2	서울특별시 남부사업소	사평	원격	작동가능(이중화)
3		염곡	원격	작동가능(이중화)
4	서울특별시 동부사업소	신원	원격	작동가능(이중화)
5	인천광역시 연수구	선학	원격	작동가능(이중화)
6	남양주시	동연평	원격	불가
7		용신	원격	불가
8	고양시	강매	원격	불가
9		백마	원격	불가
10		법곳	원격	불가
11		원당	원격	불가
12	김포시	운양	원격	불가
13		장기	원격	불가
14	부천시 및 인천광역시 부평구	송내	원격	불가
15	성남시	광장	원격	불가
16		두밀	원격	불가
17		벌말	원격	불가
18		백현	원격	불가
19		백현우회	원격	불가
20		서현	원격	불가
21		이매	원격	불가
22		정자	원격	불가
23		하탑	원격	불가
24		화랑	원격	불가
25	수원시	고색	원격	불가
26		권선	원격	불가
27		법원	원격	불가
28		상구운	원격	불가
29		서둔	원격	불가
30		세류	원격	불가

연번	관리기관	지하차도명	제어방식 (원격 또는 현장제어)	PLC 고장시 배수펌프 자동작동 여부 및 방법
31	수원시	세평	원격	불가
32		장안	원격	불가
33		정천	원격	불가
34		탑동	원격	불가
35		화서	원격	불가
36		효원	원격	불가
37	안산시	신길	원격	불가
38		원곡	원격	불가
39		중앙	원격	불가
40		초지역	원격	불가
41	의정부시	장암	원격	불가
42	하남시	신풍	원격	불가
43		진등	원격	불가
44	대구광역시중구	동신교	원격	불가
45	대구광역시북구	성북교	원격	불가
46	대구광역시남구	대봉교	원격	불가
47		중동교	원격	불가
48		희망교	원격	불가
49	부산광역시강서구	금호	원격	불가
50		명지동진	원격	불가
51	부산광역시동래구	안락	원격	불가
52	서울주택도시공사	장지	원격	불가
53	인천경제자유구역청	그린나래	원격	불가
54		두빛나래	원격	불가
55		푸른나래	원격	불가
56		해찬나래	원격	불가
57	인천광역시남동구	인천대공원앞	원격	불가
58	인천광역시미추홀구	고속종점	원격	불가
59	인천광역시부평구	굴포천역	원격	불가
60	인천광역시종합건설본부	고잔	원격	불가
61		송도	원격	불가
62		해안	원격	불가

자료: 감사대상기관 제출 자료 재구성

개별처분요구안 (9)번

감 사 원

통 보

제 목 **터널관리자 방재시설운영 교육제도 미흡**

소 관 기 관 국토교통부

조 치 기 관 국토교통부

내 용

1. 업무개요

국토교통부는 2009년 8월 도로터널 방재시설의 계획·설계·시공 및 관리에 적용할 최소한의 기술기준을 규정하기 위해 「도로터널 방재시설 설치 및 관리지침」(2016. 8. 12. 국토교통부 예규 제139호로 개정, 이하 “방재관리지침”이라 한다)을 제정·운용하고 있다.

2. 관계법령(판단기준)

터널(지하차도 포함) 내 차량사고의 대부분은 운전자의 과실에서 비롯되고, 터널 이용 중 차량 자체 결함, 충돌·추돌 등으로 화재가 발생하거나 집중호우에 의한 침수 등 비상시 터널관리자가 터널에 설치된 방재시설을 부적절하게 작동·운영할 경우 작은 사고가 크게 확대되어 피해규모가 커질 수 있다.

실제로 2003. 6. 6. 서울내부순환로 홍지문터널(연장 1,892m)에서 차량 추돌 사고로 화재가 발생하였을 당시 터널관리자가 제연설비를 가동하면서 터널 내 연기(유독가스)를 사람들이 대피하는 반대 방향의 터널 밖으로 배출시키지 않고 대피방향으로 잘못 가동하였다가 급하게 배출 방향을 변경하였고, 이로 인해 제연설비 과부하로 정전이 발생하여

터널 내 유독가스가 제대로 배출되지 못해 대형사고(중경상 40명)로 발전하였다.

유사 사례

○ 2017. 7. 23. 인천~김포 민자고속도로[83]의 인천북항터널(연장 5,442m)에 침수사고로 인해 터널 내 전기설비 전체에 정전이 발생하였고, 이럴 경우에는 터널관리자가 자동부하전환개폐기(ALTS[84])를 절체한 후 하위 차단기를 수동으로 전환하여야 정상적인 전원 공급이 가능한데도 터널관리자가 이와 같은 기기 작동방법을 제대로 알지 못해 다른 기술지원 인력(복구지원반)이 현장에 도착해서야 전원이 복구되는 등 2시간 20분간 정전상태가 지속[85]

○ 2014. 8. 25. 부산광역시 동래구에 있는 우장춘지하차도(연장 408m)에 침수가 발생하였고, 지하차도 관리자가 경찰의 협조를 받아 지하차도 진입 전방 도로를 통제하면서 차량 통제 지점과 지하차도 사이에 있는 골목길은 통제하지 않아 골목길을 통해 침수 지하차도 내로 진입한 차량이 빠져나오지 못해 탑승자 2명이 사망

자료: 감사대상기관 제출 자료 재구성

따라서 국토교통부는 터널관리자 또는 운영자(이하 "터널관리자"라 한다)가 비상시 적정한 방재시설 운영 역량을 갖춰 화재 발생 등 비상시 방재시설을 효과적으로 운영할 수 있도록 터널관리자에 대한 교육기관, 교육대상, 교육프로그램(과목, 집합 및 실습교육 여부 등), 교육시간 등이 포함된 「터널 관리인력 교육운영 세부기준」(가칭)을 마련하여 운영하는 것이 타당하다.

3. 감사결과 확인된 사항

그런데 국토교통부는 방재관리지침 2.1.1 (4) 및 2.1.5 (5)에 방재시설관리자의 배치 및 운영기술에 대한 교육훈련을 하여야 하며, 터널 화재 시 방재시설을 효과적으로 운영하기 위하여 터널관리자에 대한 교육 또는 역량진단을 정기적으로 실시할 수

83) 감독기관: 국토교통부 서울지방국토관리청, 운영기관: ■■(주)
84) Auto Load Transfer Switch의 약자로 주전원 정전이나 전압강하 발생 시 예비전원으로 절체(단절)하는 시스템
85) 터널운영에 필요한 전력은 한국전력공사로부터 수전 및 자동부하전환개폐기를 경유하여 공급되며, 공급된 전력은 배수설비 이외에도 제연설비, 소방설비, 조명설비, ITS설비, 안전조명시설 등에 사용

있도록 계획하여야 한다고 규정[86]하였으나, 이러한 역량 교육을 차질 없이 시행하는 데 필요한 「터널 관리인력 교육운영 세부기준」을 마련하지 않고 있다.

이와 관련하여 이번 감사기간(2018. 10. 22.~11. 9.) 중 국토교통부, 한국도로공사 및 지방자치단체 등 도로관리청을 대상으로 터널관리자에 대한 교육 실태를 점검[87]한 결과, 국토교통부 관하 18개 국토관리사무소 중 광주국토관리사무소의 경우 터널 방재시설(소화기, 비상방송설비, 재방송설비, 차량용 피난연결통로) 활용과 관련된 동영상만 제작하여 교육자료로 활용한 사례가 있을 뿐 모든 국토관리사무소에서 터널관리자에 대한 체계적인 교육을 실시하지 않고 있었다.

그리고 한국도로공사의 경우 [그림]과 같이 2014년 4월 "영동-옥천간 확장공사 폐도 활용방안"을 수립하고, 2016년 10월 경부고속국도 폐터널인 구 영동터널(연장 475m)에 터널 방재시험장을 구축하여 방재관리 지침에서 규정한 각종 방재시설을 설치하고 방재설비 작동 등에 대한 실습교육을 실시하는 한편 온라인 교육과정을 개설하여 터널관리자 등을 대상으로 교육을 실시하고 있다.

[그림] 한국도로공사의 터널관리자 교육과정 운영 현황

실습교육 실시[1]	온라인 교육 실시[2]

86) 2016. 8. 12. 방재관리지침 개정 시 터널 운영자에 대한 교육 또는 역량진단을 정기적으로 실시하도록 규정
87) 총연장 500m 이상의 지하차도(121개)와 과거 침수이력이 있는 지하차도(41개) 등 계 156개(6개 중복)의 지하차도를 관리하는 도로관리청을 대상으로 점검

주: 1. 폐터널 내에 설치된 소화설비(소화기, 옥내소화전, 물분무), 경보설비(비상경보, 자동화재탐지), 피난대피설비(비상조명, 피난연결통로), 소화활동설비(제연설비) 운영방법 실습(2시간)
2. 터널운영자는 "터널방재(심화Ⅰ, 4시간)" 및 "터널방재(심화Ⅱ, 4시간)"을 수강하고, 안전책임자(관리자)는 "터널방재(안전책임자, 2.5시간)"을 수강
자료: 한국도로공사 제출자료 재구성

한편 지방자치단체의 경우에는 대부분 정기적인 교육과정을 운영하지 않은 채 터널 관리부서로 인사발령 시 전임자와 업무 인수·인계 후 곧바로 터널 관리 업무에 투입되어 근무하고 있는 등 한국도로공사를 제외한 대부분의 도로관리청에서 방재관리지침에 따른 각종 방재시설별 기능·성능, 설치기준, 유지관리방법 및 화재 등 비상시 방재시설 운영 등에 대한 체계적인 교육을 받지 않은 터널관리자에 의해 터널이 관리되고 있었다.[88)]

그 결과 방재시설 운영 역량 등을 제대로 갖추지 못한 터널관리자에 의해 터널이 관리·운영됨으로써 터널 내 화재발생 등 비상시 적절한 초기 대응에 실패하여 대형사고로 확대될 우려가 있다.

관계기관 의견 국토교통부는 감사결과에 별다른 이견 없이 터널관리자에 대한 교육 또는 역량진단을 정기적으로 실시할 수 있는 터널 관리인력 교육운영 방안을 마련하겠다는 의견을 제시하였다.

88) 각 도로관리청은 「재난 및 안전관리 기본법」 제34조의9 및 제35조 등에 따라 행정안전부 주관 "재난대응안전한국훈련"의 일환으로 재난대비훈련 등만 실시

조치할 사항 **국토교통부장관**은 터널관리자가 방재시설 등에 대한 운영 역량을 갖춰 터널을 운영할 수 있도록 교육기관, 교육대상, 교육프로그램, 교육시간 등이 포함된 「터널 관리인력 교육운영 세부기준」을 마련하시기 바랍니다.(**통보**)

개별처분요구안 (10)번

감 사 원

통 보

제 목 지하차도 내진보강기본계획 수립 등 부적정

소 관 기 관 행정안전부

조 치 기 관 행정안전부

내 용

1. 업무개요

행정안전부는 「지진·화산재해대책법」 제14조, 제15조 및 제16조 등에 따라 내진설계 대상 시설물 중 내진설계기준 등 관련 법령이 제정되기 전에 설치(내진설계 미반영)한 기존 시설물의 내진성능 향상을 위해 5년마다 기존 시설물 내진보강기본계획을 수립하고, 재난관리책임기관의 장(시·도지사 등)으로 하여금 내진보강기본계획에 따라 내진보강대책(내진성능평가 등)을 추진하도록 하고 있다.

2. 관계법령(판단기준)

행정안전부(구 국민안전처)는 2015. 9. 23. 2단계(2016~2020년) 기존 시설물 내진보강기본계획 수립을 위해 16개 시·도에 기존 시설물 중 내진보강 대상 시설물을 전수조사하도록 지시하고, 같은 해 12월(날짜 모름) 시·도가 조사·제출한 내진보강 대상 지하차도를 내진보강기본계획에 반영·수립하였다.

한편 「지진·화산재해법 시행령」 제11조에 따르면 내진보강대책을 수립하여야 할

대상 시설은 기존 시설물 내진보강기본계획이 수립된 시설로 되어 있고, 내진보강대책은 내진성능평가 및 내진보강공사 추진 등으로 되어 있다.

따라서 행정안전부는 내진보강기본계획을 수립할 때에는 기존 시설물 중 내진설계가 반영되지 않은 지하차도를 빠짐없이 전수조사하여 내진보강기본계획에 반영하여야 하고, 시·도는 행정안전부가 수립한 기본계획을 토대로 내진보강대책을 마련하여 내진성능평가 및 내진보강공사 등의 적정한 조치를 하여야 한다.

3. 감사결과 확인된 사항

그런데 경기도의 경우 [표 1] 및 [별표] "지하차도 내진성능평가 등 내진보강대책 추진 현황"과 같이 지하차도 총 21개 중 남태령지하차도 등 3개만 기본계획 반영대상 시설물로 행정안전부에 조사·제출하는 등 총 7개 시·도에서 내진보강기본계획 반영대상(내진설계 미반영) 지하차도 총 41개[89] 중 38개를 누락하였고, 행정안전부는 7개 시·도로부터 제출받은 지하차도 명단을 제대로 검토하지 않고 내진보강기본계획에 그대로 반영하였다.

[표 1] 내진보강기본계획 반영대상 시설물 조사 및 반영 현황

(단위: 개)

구분	합계	서울	인천	부산	대구	대전	광주	경기도
합계	41	4	6	2	4	2	2	21
기본계획 반영	3	-	-	-	-	-	-	3
기본계획 누락	38	4	6	2	4	2	2	18

자료: 감사대상기관 제출 자료 재구성

89) 지하차도 연장이 500m 이상이면서 터널구간(박스) 연장이 100m 이상인 116개 지하차도 중 내진설계가 반영되지 않은 지하차도

이에 이번 감사원 감사기간(2018. 10. 22.~11. 9.) 중 전문 설계업체에 의뢰[90]하여 내진설계를 반영하지 않은 고색지하차도 등 5개[91] 지하차도를 표본으로 지진 시 내진성능을 만족하는지 여부를 분석한 결과, [표 2]와 같이 고색지하차도의 경우 터널(박스) 구간 하부슬래브 및 좌·우측 벽체의 안전율이 기준안전율(1.0 이상)에 미달(0.28~0.83)하는 등 5개 지하차도 모두 내진성능이 부족한 것으로 나타났다.

[표 2] 경기도 소관 지하차도 등에 대한 내진성능평가 결과(표본 분석)

연번	지하차도	준공연도	관리기관	내진성능 불만족 구간	불만족 구간 안전율	보강방법
1	고색	2007	경기도 수원시	하부슬래브	0.64~0.80	슬래브 상부두께 증가, 강판접착, 부재증설
				좌측벽체	0.28~0.83	벽체(기둥)두께 증가, 기둥의 띠판 보강
				우측벽체	0.28~0.83	
2	권선	2008	〃	상부슬래브	0.56~0.88	슬래브 하부두께 증가, 강판접착, 부재증설, 브레이싱 증설
				하부슬래브	0.49~0.79	슬래브 상부두께 증가, 강판접착, 부재증설
				좌측벽체	0.42~0.65	벽체(기둥)두께 증가, 기둥의 띠판 보강
				우측벽체	0.43~0.65	
3	상구운	2005	〃	하부슬래브	0.76~0.78	슬래브 상부두께 증가, 강판접착, 부재증설
				좌측벽체	0.67~0.96	벽체(기둥)두께 증가, 기둥의 띠판 보강
				우측벽체	0.69~0.97	
4	효원	2006	〃	상부슬래브	0.95	슬래브 하부두께 증가, 강판접착, 부재증설, 브레이싱 증설
				하부슬래브	0.86~0.96	슬래브 상부두께 증가, 강판접착, 부재증설
				좌측벽체	0.49~0.79	벽체(기둥)두께 증가, 기둥의 띠판 보강
				우측벽체	0.49~0.79	
5	연호	2002	대구 수성구	좌측벽체	0.60	벽체(기둥)두께 증가, 기둥의 띠판 보강
				우측벽체	0.60	

주: 지하차도 터널(박스) 구간만 내진성능평가를 수행하였고 U-type 구간은 실시하지 않음
자료: 주식회사◇◇ 검토자료 재구성

그 결과 내진설계를 반영하지 않은 공용 중인 지하차도가 내진성능평가 등 내진보강대책을 실시하지 않고 방치되어 지진 시 붕괴 등 피해가 발생할 우려가 있다.

90) 감사기간 중 경기도를 통하여 주식회사 ◇◇(대표이사 G)에 내진성능 분석을 의뢰함
91) 관리기관에서 지하차도 구조계산서를 가지고 있지 않아 시설물정보관리종합시스템(FMS, 한국시설안전공단 운영)에 구조계산서가 등록된 6개(경기도 4, 대구 1, 광주 1) 중 5개(경기도 4, 대구 1) 지하차도를 선정하여 분석

관계기관 의견 행정안전부는 감사결과를 수용하면서 누락된 경기도 당말지하차도 등 38개 지하차도를 내진보강기본계획에 반영하고 재난관리책임기관의 장으로 하여금 내진보강기본계획에 따라 내진보강대책을 수립·추진하도록 하며, 앞으로 내진보강기본계획 반영 대상인 지하차도가 누락되지 않도록 재난관리책임기관 업무담당자를 대상으로 교육을 실시하는 등 관련 업무를 철저히 하겠다고 답변하였다.

조치할 사항 **행정안전부장관**은 앞으로 내진보강기본계획 반영대상인 지하차도가 누락되어 내진보강대책 없이 방치되지 않도록 내진보강기본계획 수립업무를 철저히 하고, [별표] "지하차도 내진성능평가 등 내진보강대책 추진 현황"과 같이 내진보강기본계획에 누락된 38개 지하차도를 내진보강기본계획에 반영하여 재난관리책임기관의 장으로 하여금 내진보강기본계획에 따라 내진보강대책을 수립·추진하도록 하는 방안을 마련하시기 바랍니다.(**통보**)

[별표]

지하차도 내진성능평가 등 내진보강대책 추진 현황

(단위: m)

연번	FMS 관리번호	소관기관	관리기관	지하차도 명	총연장	BOX구간	준공년도	내진설계 적용 여부	내진성능평가일자 (결과)	기본계획 반영 여부
1	UR2003-0000137	경기도	과천시	남태령	920	570	2003	N	2018. 4.(OK)	반영
2	UR2011-0000011	경기도	과천시	상아벌	665	280	1997	N	2018. 4.(OK)	반영
3	UR2006-0000033	경기도	부천시	송내	1,110	715	1995	N	2016. 3.(NG)	반영
4	UR2010-0000034	경기도	군포시	당말	579	146	1998	N	-	미반영
5	UR2010-0000036	경기도	군포시	대야	942	482	2003	N	-	〃
6	UR2008-0000013	경기도	수원시	고색	600	120	2007	N	-	〃
7	UR2009-0000005	경기도	수원시	권선	870	498	2008	N	-	〃
8	UR2013-0000023	경기도	수원시	밤밭	600	100	1997	N	-	〃
9	UR2005-0000020	경기도	수원시	상구운	830	260	2005	N	-	〃
10	UR2003-0000091	경기도	수원시	세평	545	190	1980	N	-	〃
11	UR2013-0000025	경기도	수원시	장안	560	240	2006	N	-	〃
12	UR2013-0000022	경기도	수원시	정천	531	150	2000	N	-	〃
13	UR1999-0000001	경기도	수원시	탑동	700	100	1999	N	-	〃
14	UR2006-0000050	경기도	수원시	효원	840	540	2006	N	-	〃
15	UR2004-0000068	경기도	안산시	호수공원	546	186	2004	N	-	〃
16	UR2003-0000060	경기도	안양시	범계	520	160	1993	N	-	〃
17	UR2003-0000059	경기도	안양시	비산	560	240	1993	N	-	〃
18	UR2014-0000022	경기도	안양시	일번가	553	293	2005	N	-	〃
19	UR2003-0000062	경기도	안양시	호계	550	250	1993	N	-	〃
20	UR2008-0000012	경기도	화성시	능동	603	603	2007	N	내진성능평가 중	〃
21	UR2007-0000021	경기도	화성시	하나	500	500	2007	N	내진성능평가 중	〃
22	UR2005-0000025	광주광역시	광주광역시	선운	600	240	2003	N	-	〃
23	UR2005-0000009	광주광역시	광주광역시	효덕	580	200	2004	N	-	〃
24	UR2003-0000105	대구광역시	북구	서변	966	652	2000	N	-	〃
25	UR1998-0000008	대구광역시	서구	매천대교	500	105	1998	N	-	〃
26	UR2003-0000118	대구광역시	수성구	연호	940	200	2002	N	-	〃
27	UR2003-0000111	대구광역시	수성구	월드컵	1,370	600	2001	N	-	〃
28	UR2004-0000015	부산광역시	동래구	안락	520	200	1984	N	-	〃
29	UR2003-0000104	부산광역시	해운대구	좌동	566	150	1984	N	-	〃
30	UR2005-0000032	서울특별시	강서사업소	외발산	1,015	620	2005	N	-	〃
31	UR2005-0000002	서울특별시	동부사업소	증산	575	221	1989	N	-	〃
32	UR2003-0000124	서울특별시	동부사업소	사평	500	150	2000	N	-	〃
33	UR2003-0000123	서울특별시	동부사업소	염곡	530	180	1992	N	-	〃
34	UR2013-0000041	인천광역시	계양구	임학	580	230	1998	N	-	〃
35	UR2010-0000045	인천광역시	남동구	인천대공원앞	560	140	1995	N	-	〃
36	UR2008-0000018	인천광역시	미추홀구	고속종점	500	190	1996	N	-	〃
37	UR2013-0000016	인천광역시	부평구	굴포천역	583	180	2012	N	2017. 4.(OK)	〃
38	UR2013-0000018	인천광역시	서구	왕길	520	140	2001	N	-	〃
39	UR2013-0000046	인천광역시	연수구	선학	690	240	1999	N	-	〃
40	UR2008-0000034	대전광역시	대전광역시	유성	600	110	1993	N	2017. 11.(NG)	〃
41	UR2003-0000073	대전광역시	대전광역시	삼천	555	270	1992	N	2017. 11.(NG)	〃

주: 울산광역시는 116개 중 기준(총연장 500m 이상, BOX 구간 100m 이상)에 부합한 지하차도가 없음

자료: 감사대상기관 제출 자료 재구성

개별처분요구안 (11)번

감 사 원

통 보

제 목 화산지하차도 침수방지대책 수립 부적정

소 관 기 관 수원시

조 치 기 관 수원시

내 용

1. 업무개요

수원시는 관내 팔달구에 위치한 화산지하차도(연장 290m, 1982년 준공)에서 2010. 9. 21.에 이어 2012. 7. 6. 다시 침수(차량 1대 침수)되어 상습적으로 침수가 발생하자 2012년 7월 ♡♡주식회사(대표이사 H)와 "화산지하차도 침수방지대책"[92]을 포함한 실시설계용역 계약(계약금액: 43,232,000원)을 체결하고 같은 해 8. 1. 용역 성과품(이하 "용역보고서"라 한다)을 납품받았다.

2. 관계법령(판단기준)

「지하 공간 침수방지를 위한 수방기준」(행정안전부 고시, 2005. 8. 31. 제정) 제5조에 따르면 지하차도는 대피경로가 한정되어 있고 배수설비 등의 기능이 정지될 경우 인명피해 등이 일어날 수 있으므로 우선적으로 침수방지계획을 수립하도록 되어 있다.

---

92) 하수관리과에서 "화서역 주변 준설공사"에 관한 실시설계용역 계약을 체결하면서 "화산지하차도 침수방지대책"을 포함하여 검토하도록 하였음

위 용역보고서에 따르면 화산 지하차도 최초 설계 시에는 집수유역 면적을 지하차도 진입부(U-Type 구간)의 면적만 반영하여 5,500㎡로 산정하였으나 지하차도 방향으로 하향 종단 경사를 가진 도로구간의 면적과 도로주변 지역에서 유입되는 우수를 고려하여 재산정한 결과, 집수유역 면적이 당초(5,500㎡)보다 6,200㎡ 늘어난 11,700㎡로 산정되고 이에 따른 우수유입량은 당초 분당 13㎥(강우 설계빈도 50년 기준)에서 25.94㎥ 늘어난 38.94㎥로 산정되었다.

한편, 위 지하차도 배수펌프는 총 6대(예비 1대 제외)로서, 이 중 3대(각 7㎥/min)는 지하차도 침수방지를 위해 집수정에 설치하여 유입된 우수를 배수하고 있고, 나머지 3대(7㎥/min 1대, 2.5㎥/min 2대)는 설계빈도 이상의 집중호우 등으로 인해 지하차도가 침수(최소높이 1.2m)되었을 경우 복구를 위해 가동하는 비상용 펌프(지하차도 내에 설치)이다.

따라서 위 관서는 화산지하차도의 침수방지대책을 수립할 때에는 침수된 지하차도를 복구하기 위해 가동하는 비상용 펌프 3대를 제외하고 지하차도 침수방지를 위해 집수정에 설치한 배수펌프 3대를 기준으로 펌프용량 과부족 여부를 검토하여 침수방지대책을 수립하여야 하고 집수정에 설치된 배수펌프가 고장날 경우를 대비하여 추가 설치한 예비 배수펌프도 펌프용량에서 제외하여야 한다.

3. 감사결과 확인된 사항

그런데 위 관서는 용역업체가 지하차도 침수 등 비상시에만 가동하는 배수펌프 3대를 포함한 총 6대의 용량은 총 33㎥/min로 우수유입량(38.94㎥/min)보다 부족

하지만 예비 배수펌프(7㎥/min) 포함 시 총 40㎥/min로 50년 강우 설계빈도에도 배수펌프 용량이 부족하지 않은 것으로 검토한 용역보고서를 납품받은 후, 이를 적정한 것으로 인정하여 별다른 침수대책을 마련하지 않고 당초 배수시설을 그대로 운영하고 있다.

이와 관련하여 이번 감사원 감사기간(2018. 10. 22.~11. 9.) 중 집수정에 유입된 우수의 배수를 위해 가동하는 배수펌프 3대를 기준으로 펌프용량의 과부족을 검토한 결과 [표]와 같이 펌프용량은 21㎥/min에 불과하여 강우 설계빈도 50년에 해당하는 우수유입(유입량: 38.94㎥/min) 시 지하차도가 침수되는 것으로 나타났다.

[표] 화산지하차도 배수펌프 용량 및 우수유입량

(단위: ㎥/min)

구분		침수방지대책보고서상		감사원 감사 중 확인된 사항	
		배수펌프 용량	우수유입량	배수펌프 용량	배수능력을 초과한 우수유입량
강우 설계빈도	50년	33 (예비포함 시 40)	38.94	21	17.94

자료 : 수원시 제출 자료 재구성

그 결과 화산지하차도 배수펌프의 용량 부족으로 강우 설계빈도 50년에 못 미치는 강우에도 계속 침수 사고[93]가 발생하고 있다.

관계기관 의견 수원시는 감사결과에 대하여 별다른 이견을 제시하지 않고 배수펌프 용량이 부족한 화산지하차도의 배수펌프 용량을 확충하겠다는 의견을 제시하였다.

93) 2012. 8. 15. 침수로 차량 1대 침수, 2015. 7. 29. 침수로 인한 차량통제, 2017. 7. 16. 침수로 차량 1대 침수

조치할 사항 **수원시장**은 화산지하차도에 대하여 비상용 배수펌프와 예비 배수펌프 등을 제외한 집수정 내 배수펌프 용량을 기준으로 펌프용량의 적정성을 재검토하고, 그 결과에 따라 합리적인 침수방지대책을 수립하는 방안을 마련하시기 바랍니다.**(통보)**

개별처분요구안 (12)번

감 사 원

시 정 요 구

제 목 숙곡지하차도 배수제어시스템 설치 부적정

소 관 기 관 경기도

조 치 기 관 경기도

내 용

1. 업무개요

경기도 건설본부는 2009. 6. 17. ♤♤주식회사(대표이사 I) 외 1개 업체[94]와 "본오～오목천(2차) 도로확·포장공사" 계약(계약금액: 37,945,479,000원)을 체결하여 2016. 10. 25. 준공처리[95]하고, 「경기도 사무위임 조례」 제9조 제2항과 [별표 2]의 규정에 따라 화성시로 하여금 위 도로구간 중 숙곡지하차도(총연장: 590m, 터널구간 연장: 260m)의 배수시설[96] 등 기계, 전기시설의 유지관리업무를 수행하도록 한 후, 이를 지도·감독하고 있다.

2. 관계법령(판단기준)

위 공사 공사시방서 14-1.(일반시방서) 및 14-2.(특별시방서) 등에 따르면 위 공사 수급자는 지하차도 배수시스템을 자동으로 제어하는 배수제어기를 배수펌프(총 3대)가 교번운전[97]이 되도록 설치하고, 모든 공사를 완료한 후에는 기계설비 등에 대한

94) ♧♧주식회사(대표이사 J)와 공동수급체를 구성하여 공동계약을 체결(지분율 50:50)
95) 경기도 건설본부는 2009. 3. 20. 주식회사 ☆☆(대표이사 K) 외 1개 업체와 계약(계약금액 2,545백만 원)을 체결하고, 위 업체로 하여금 "본오～오목천(2차) 도로 확·포장공사"의 전면책임감리용역을 수행하도록 함
96) 지하차도에 유입된 우수를 배수처리하기 위한 것으로 집수정과 배관, 배수펌프 및 자동제어설비 등으로 구성됨
97) 여러 대의 펌프로 구성된 배수시스템에서 펌프의 수명 유지와 고장 방지를 위해 각 펌프 간 운전 시간의 분배를 최적화하여

종합시운전 결과보고서를 작성하여 감독원(책임감리원)에게 제출하여야 하며, 감독원은 시공 상태를 확인한 결과, 시방 규정에 맞지 않게 시공한 경우 재시공 등 적정한 조치를 하도록 규정되어 있다.

3. 감사결과 확인된 사항

그런데 위 공사 수급자는 숙곡지하차도 배수제어시스템을 제작·설치하면서 배수제어기에 배수펌프 교번운전을 제어하는 프로그램을 설치하지 않았고, 위 공사 완료 후에는 배수제어시스템 등 기계설비에 대한 시운전도 하지 않았으며, 위 공사 책임감리원과 경기도 건설본부는 이와 같은 사실을 알지 못한 채 그대로 준공처리하였다.

이와 관련하여 이번 감사원 감사기간(2018. 10. 22.~11. 9.) 중 [사진]과 같이 숙곡지하차도 배수제어시스템을 점검한 결과[98], 배수제어기에 교번운전 제어 프로그램 미설치로 배수펌프의 교번운전이 되지 않아 특정 펌프만 계속 작동하고 있는 것으로 나타났다.[99]

[사진] 배수제어시스템 현장점검

배수제어시스템	교번운전 제어 프로그램 설치 여부 진단

자료: 화성시 제출 자료 재구성

설정된 운전 순서에 따라 펌프가 가동되는 것을 의미

98) 실지감사 전에 실시한 현장점검(2018. 10. 10.) 과정에서 배수펌프 교번운전 제어 프로그램 미설치 사실을 확인

99) 공사 수급자는 2018. 10. 19. 배수제어시스템을 보완(제어 프로그램 설치)하였으나, 실제 배수펌프 교번 작동 여부는 추후 집수정 수위 조건을 검토하여 배수펌프 교번운전 등 정상 작동 여부에 대한 검증이 필요

그 결과 특정 배수펌프만 과도하게 집중 운전하게 되어 펌프 수명이 단축되거나 과부하로 펌프가 고장 날 경우 우수를 제대로 배수하지 못해 지하차도가 침수될 우려가 있다.

관계기관 의견 경기도는 감사결과를 수용하면서 향후 배수시설 유지관리기관인 화성시 및 위 공사 수급자 등과 합동으로 시운전을 통해 배수펌프의 교번운전 등 정상 작동되는지 여부를 확인하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 **경기도지사**는

① 계약 내용과 다르게 배수펌프 교번운전이 되지 않도록 시공한 숙곡지하차도 배수제어시스템에 대하여 위 공사 수급자의 부담으로 재시공[100](시운전 포함)하도록 조치하고

② 앞으로 공사 수급자가 계약 내용과 다르게 시공하는 일이 없도록 시공관리업무를 철저히 하시기 바랍니다.**(시정)**

100) ♧♧주식회사는 2018. 10. 24. 부당 시공한 배수제어시스템을 자체 부담으로 재시공(시운전 포함)하겠다는 문서를 화성시에 제출하였고, 화성시는 2018. 11. 30. 위 문서를 도로관리청인 경기도에 송부