성과감사

감 사 보 고 서

- 민자고속도로 안전관리실태 -

2021. 7.

감 사 원

목 차

Ⅰ. 감사실시 개요 ····· 1

Ⅱ. 감사대상 현황 ····· 4

Ⅲ. 감사결과 ····· 9

1. 감사결과 총괄 ····· 9

2. 안전관리 체계 분야 ····· 10

가. 위험물질운송차량 운행 관련 수집정보 활용 미흡 ····· 12

나. 민자고속도로 휴게시설 설치 및 운영 부적정 ····· 19

다. 민자고속도로 재난관리 매뉴얼 관리 부적정 ····· 33

3. 시설물 유지관리 분야 ····· 39

가. ㄱ고속도로 ○○교 유지관리 부적정 ····· 43

나. 터널 제연설비 운영 부적정 ····· 53

다. 차선 재귀반사성능 유지관리 부적정 ····· 60

라. 건축물 내진성능 확보 부적정 ····· 68

[별표] ····· 76

표 목차

[표 1] 민자고속도로 개통 현황 ····· 1
[표 2] 분야별 감사중점 ····· 2
[표 3] 민자고속도로 추진단계별 현황(2021년 3월 기준) ····· 5
[표 4] 운영 단계의 민자고속도로 현황(19개 노선) ····· 5
[표 5] 건설 단계의 민자고속도로 현황(5개 노선) ····· 6
[표 6] 민자고속도로 사용기간(2021년 3월 기준) ····· 6
[표 7] 고속도로의 종류 및 도로관리청 ····· 7
[표 8] 민자고속도로 사업추진 관련 규정 ····· 7
[표 9] 지적사항 총괄 ····· 9
[표 10] 운영평가 내용 ····· 10
[표 11] 위험물질운송시스템 구축·운영 관련 추진 내용 ····· 12
[표 12] 위험물질운송차량 관제 및 대응절차 ····· 14
[표 13] 위험물질의 종류 ····· 15
[표 14] 위험물질운송차량 사고 및 피해 사례 ····· 15
[표 15] 전체 고속도로 내 졸음사고 발생 현황 ····· 20
[표 16] 민자고속도로에서 휴게시설 간 간격이 25㎞를 초과하는 구간 수 ····· 24
[표 17] 진입·진출부의 변속차로 최소 길이 규정 ····· 25
[표 18] 민자고속도로에 설치된 졸음쉼터의 진입·진출부 변속차로 길이 부적정 사례 ····· 27
[표 19] 졸음쉼터에 확보되어야 할 안전시설 ····· 28
[표 20] 고속도로 졸음쉼터 내 사고 현황 ····· 29
[표 21] 민자고속도로에 설치된 졸음쉼터의 안전시설 설치 누락 현황 ····· 30
[표 22] 민자고속도로에 설치된 휴게소의 안전시설 설치 누락 현황 ····· 31

[표 23] 재난관리 매뉴얼 체계 ····· 33
[표 24] 고속도로 재난관리 매뉴얼 수립 및 관리 주체 ····· 34
[표 25] 민자사업자의 행동매뉴얼 수립 현황 ····· 36
[표 26] 민자도로 유지관리 관련 법령 체계 ····· 39
[표 27] 시설물의 상태평가 방법 ····· 40
[표 28] 시설물 종류 및 안전등급 현황 ····· 41
[표 29] 차선 도색별 의미 ····· 43
[표 30] ○○교에 대한 계측 실시 현황 ····· 48
[표 31] 계측 시점별 종방향 조인트 이격량 계측 결과 ····· 49
[표 32] 교각 P10~P12의 기울기 값 누적 결과 ····· 51
[표 33] 화재차량의 종류에 따른 화재강도 및 연기발생량 ····· 57
[표 34] 차선 도색의 설치재료 ····· 61
[표 35] 설치재료별 재귀반사성능 ····· 62
[표 36] 차선의 최소 재귀반사성능 기준 ····· 64
[표 37]「도로교통법 시행규칙」시행 이후 실시한 차선 설치공사 ····· 67
[표 38] 지진하중 산정 절차(등가정적 해석법의 경우) ····· 69
[표 39] 지역별 내진설계 지역계수 ····· 69
[표 40] 건축물 내진 기준 변경 명세 ····· 71
[표 41] 내진설계를 실시한 건축물 현황 ····· 72
[표 42] 내진성능평가 및 보강공사를 실시한 건축물 현황 ····· 73
[표 43] 내진성능평가 및 보강공사를 실시한 건축물 현황 ····· 74
[표 44] 내진성능평가 계획이 수립된 건축물 현황 ····· 74

그림 목차

[그림 1] BTO 방식 ····· 8
[그림 2] 민간제안사업 추진 절차 ····· 8
[그림 3] 위험물질운송차량 관제 화면 및 졸음쉼터 설치 전경 ····· 11
[그림 4] 위험물질운송시스템의 기능 ····· 13
[그림 5] 위험물질운송차량 운행 사례 ····· 18
[그림 6] 휴게시설의 종류 ····· 20
[그림 7] ㄱ고속도로~ㄴ고속도로 구간의 휴게시설 간 거리노선도 ····· 23
[그림 8] 졸음쉼터 변속차로 설치구조(진입부의 경우) ····· 24
[그림 9] 졸음쉼터 개념도 ····· 28
[그림 10] 휴게소 내에 확보되어야 할 안전시설 ····· 30
[그림 11] 시설물 유지관리 흐름도 ····· 40
[그림 12] 터널 내 연기 배출 방식 예시 ····· 42
[그림 13] ㄱ고속도로 노선도 ····· 44
[그림 14] ○○교 종단면도 및 횡단면도 ····· 45
[그림 15] 방음터널 설치 및 하중 작용 개념도 ····· 45
[그림 16] 교각 P10(종점 측) 종방향 조인트 이격량 증가 현황(2017년 8월) ····· 47
[그림 17] 시간별 성층화 진행 추이 ····· 54
[그림 18] 도로터널 화재 시 대피환경 확보 방안 ····· 55
[그림 19] 제트팬 설치 단면 ····· 56
[그림 20] 터널 화재의 위치에 따른 제트팬 운전(가동순서) 예시 ····· 58
[그림 21] 차선의 재귀반사성능 ····· 61
[그림 22] 차선의 재귀반사성능 측정 ····· 63
[그림 23] 내진성능평가 절차 및 내진보강 사례 ····· 70

사진 목차

[사진 1] 위험물질운송차량 및 운행정보 수집 단말장치 ····· 13

[사진 2] ○○교 설치 전경 ····· 44

[사진 3] ○ 방향 교대 A2 신축이음장치에 발생한 결함 ····· 52

[사진 4] 교량받침 이동제한키 밀착 등의 결함 ····· 52

Ⅰ. 감사실시 개요

1. 감사배경 및 목적

국토교통부가 2000년 11월 인천국제공항고속도로(38.2㎞)를 개통한 이후 2021년 3월 현재 [표 1]과 같이 19개 민자고속도로(804.8㎞)를 개통하여 운영 중이다.

[표 1] 민자고속도로 개통 현황

(단위: 개, ㎞)

구분	합계	2000~2010년	2011~2015년	2016~2021년 3월 현재
도로 수	19	9	1	9
연장	804.8	419.9	42.6	342.3

자료: 국토교통부 제출자료 재구성

그런데 2021년 3월 현재 19개 민자고속도로 중 9개가 10년 이상이 경과해 시설물의 노후화가 진행되는 등 시설물 관리에 소요되는 비용이 점차 증가하고 있으나 국토교통부에서 직접 관리하는 시설물에 비해 민자사업자가 관리하는 시설물은 사업 수익성 악화 등을 사유로 시설물 개선 요구사항이 적시성 있게 반영되지 못할 가능성이 있다.

이에 따라 민자고속도로를 대상으로 안전관리실태를 점검, 공공시설 전환 시까지 시설물 상태를 안전하게 유지하여 도로 이용자의 안전을 보장하기 위하여 2021년도 연간 감사계획에 반영하여 이번 감사를 실시하게 되었다.

2. 감사중점 및 대상

이번 감사는 [표 2]와 같이 민자고속도로의 안전관리 범위에 속하는 안전관

리 체계 분야와 시설물 유지관리 분야로 감사 분야를 정하고, 분야별 실태와 적정성을 현장 중심으로 점검하는 데 중점을 두었다.

[표 2] 분야별 감사중점

구분	분야별 감사중점
안전관리 체계 분야	▪ 재난 대비 체계, 졸음쉼터 설치 등 안전관리 체계
시설물 유지관리 분야	▪ 교량, 터널 등 시설물 유지관리에 대한 대책 수립·추진 실태

이를 위하여 민자고속도로의 안전관리 및 시설물 유지관리업무를 총괄 지도·감독하는 국토교통부와 위 업무를 수행하는 민자사업자를 대상으로 재난 대비 체계, 졸음쉼터 설치, 교량 및 터널 등 시설물 유지관리에 대한 대책 수립·추진 실태 등 전반을 점검하였다.

3. 감사실시 과정

실지감사에 앞서 2020. 11. 2.부터 같은 해 11. 27.까지(1차: 11. 2.~11. 20., 2차: 11. 25.~11. 27.) 18일간 언론 보도사항, 정책 연구기관 등의 각종 연구보고서, 국회 논의사항, 업무추진 실적자료 등을 수집·분석하였고, 민자고속도로 현장을 방문하여 졸음쉼터, 교량, 터널 등의 상태를 점검하는 등 사전 자료수집을 하였다.

이와 같은 감사 준비 과정을 거쳐 2021. 1. 25.부터 같은 해 3. 12.까지[1] 총 15일간 감사인원 7명(국토안전관리원 소속 전문가 1명 포함)을 투입하여 국토교통부(18개 민자고속도로 사업자 포함)를 대상으로 실지감사를 하였다.

1) 코로나19 상황과 사회적 거리두기 단계 등을 고려하여 감사기간 동안 서면·비대면 중심으로 감사를 하였고, 대면 감사는 필요 최소한으로 실시하였음

4. 감사결과 처리

감사결과 위법·부당사항과 관련하여 2021. 3. 11. 국토교통부 도로국장과 서면으로 감사마감회의를 실시하고, 업무처리 경위·향후 처리대책 등에 대한 답변서를 받는 등 주요 지적사항에 대한 의견을 교환하였다. 이후 감사원에서는 감사마감회의에서 제시된 의견 등을 포함하여 지적사항에 대한 내부 검토를 거쳐 2021. 7. 8. 감사위원회의의 의결로 감사결과를 최종 확정하였다.

Ⅱ. 감사대상 현황[2]

[범 례]

이하 다음의 약칭을 사용한다.

<기관명>

- 국토교통부: 국토부
- 한국교통안전공단: 교통안전공단
- 한국도로공사: 도로공사

<법령명 등>

- 「사회기반시설에 대한 민간투자법」: 민간투자법
- 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」: 시설물안전법
- 「재난 및 안전관리 기본법」: 재난안전법
- 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」(국토부령): 도로구조규칙
- 「고속국도 졸음쉼터의 설치 및 관리지침」(국토부 예규): 졸음쉼터 지침
- 「도로터널 방재시설 설치 및 관리지침」(국토부 예규): 방재관리지침

<기타>

- 「도로법」 제10조 제1호의 고속국도: 고속도로
- 「도로법」 제112조 및 「유료도로법」 제14조에 따라 도로공사가 시행·유지관리하는 고속도로: 재정고속도로
- 민간투자법 제2조 제6호 및 「유료도로법」 제14조에 따라 민간이 시행·유지관리하는 고속도로: 민자고속도로
- 민간투자법 제2조 제8호에 따른 민자고속도로 사업시행자 또는 민자도시도로 사업시행자: 민자사업자

1. 민자고속도로 사업 추진 현황

가. 민자고속도로 사업 추진단계별 현황

2021년 3월 기준 [표 3]과 같이 24개 민자고속도로에 총 42.4조 원이 투자되었고, 민자고속도로 19개[3]가 현재 운영 중이며 5개는 건설 중이다.

2) 이 부분은 감사결과 지적된 문제점의 종합적인 이해를 돕기 위하여 감사대상 업무의 현황을 기술한 것으로, 감사대상기관이 제출한 자료 등을 바탕으로 작성되었고, 현장조사 등 감사의 방법으로 검증한 내용이 아님

3) 서울문산고속도로는 2020년 11월에 운영을 시작하여 감사대상에서 제외

[표 3] 민자고속도로 추진단계별 현황(2021년 3월 기준)

(단위: 개, 조 원)

구분	사업 수			투자비				
	합계	운영 중	건설 중	합계	민간투자비	건설 보조금		토지 보상비
						국가	지방	
민자고속도로	24	19	5	42.4	25.5	5.4	0.1	11.4

자료: 국토부 제출자료 재구성

최초의 민자고속도로는 2000년 11월 운영을 시작한 인천국제공항고속도로이고, 가장 최근인 2020년 11월 운영을 시작한 서울문산고속도로까지 2021년 3월 현재 [표 4]와 같이 총 19개 노선(804.8㎞)을 운영하고 있다.

[표 4] 운영 단계의 민자고속도로 현황(19개 노선)

(단위: ㎞, 억 원)

도로명	구간	연장	투자비					공사기간	운영(관리)기간	민자사업자
			계	민자	건설 보조금		토지 보상비			
					국가	지방				
총 계		804.8	320,379	196,047	48,369	603	75,360	-	-	-
인천국제공항	인천 중구~ 경기 고양	38.2	17,440	14,602	1,232	-	1,606	'95년~ '00년	'01년 1월~ '30년 12월(30년)주)	신공항 하이웨이㈜
천안논산	충남 천안~ 논산	81.0	17,297	11,589	4,364	-	1,344	'97년~ '02년	'02년 12월~ '32년 12월(30년)	천안논산 고속도로㈜
대구부산	대구~ 경남 김해	82.1	27,477	17,960	6,812	-	2,705	'01년~ '06년	'06년 2월~ '36년 2월(30년)	신대구부산 고속도로㈜
수도권 제1순환 (일산~퇴계원)	경기 고양~ 남양주	36.3	22,792	14,848	5,003	-	2,941	'01년~ '07년	'06년 6월~ '56년 6월(50년)	서울 고속도로㈜
부산울산	부산 해운대~ 울산 울주	47.2	14,778	9,188	3,472	-	2,118	'01년~ '08년	'08년 12월~ '38년 12월(30년)	부산울산 고속도로㈜
서울춘천	서울 강동~ 강원 춘천	61.4	21,696	12,264	4,919	-	4,513	'04년~ '09년	'09년 8월~ '39년 8월(45년)	서울춘천 고속도로㈜
용인서울	경기 용인~ 서울 강남	22.9	15,256	5,548	4,181	-	5,527	'05년~ '09년	'09년 7월~ '39년 6월(30년)	경수 고속도로㈜
인천대교	인천 중구~ 연수	12.3	15,201	7,739	6,859	603	-	'05년~ '09년	'09년 10월~ '39년 10월(30년)	인천대교㈜
서수원평택	경기 화성~ 경기 평택~ 화성	38.5	16,396	7,782	2,936	-	5,678	'05년~ '09년	'09년 10월~ '39년 10월(30년)	경기 고속도로㈜
평택시흥	경기 평택~ 시흥	42.6	13,019	8,605	-	-	4,414	'08년~ '13년	'13년 3월~ '43년 3월(30년)	제2서해안 고속도로㈜
수원광명	경기 화성~ 광명	27.4	17,374	10,897	1,789	-	4,688	'11년~ '16년	'16년 4월~ '46년 4월(30년)	수도권서부 고속도로㈜
광주원주	경기 광주~ 강원 원주	57.0	15,337	11,551	217	-	3,569	'11년~ '16년	'16년 11월~ '46년 11월(30년)	제이영동 고속도로㈜
부산항신항 제2배후	경남 창원~ 김해	15.3	5,784	3,885	944	-	955	'12년~ '17년	'17년 1월~ '47년 1월(30년)	부산신항제이 배후도로㈜
인천김포	인천 중구~ 경기 김포	28.9	17,381	10,935	1,482	-	4,964	'12년~ '17년	'17년 3월~ '47년 3월(30년)	인천김포 고속도로㈜
상주영천	경북 상주~ 영천	93.9	20,236	16,067	2,031	-	2,138	'12년~ '17년	'17년 6월~ '47년 6월(30년)	상주영천 고속도로㈜

도로명	구간	연장	투자비					공사기간	운영(관리)기간	민자사업자
			계	민자	건설 보조금		토지 보상비			
					국가	지방				
구리포천	경기 구리~ 포천	50.6	27,753	14,844	267	-	12,642	'12년~ '17년	'17년 6월~ '47년 6월(30년)	서울북부 고속도로㈜
안양성남	경기 안양~ 성남	21.9	10,679	6,875	-	-	3,804	'12년~ '17년	'17년 9월~ '47년 9월(30년)	제이경인연결 고속도로㈜
옥산오창	충북 청주~ 청주 오창	12.1	3,480	2,290	283	-	907	'14년~ '18년	'18년 1월~ '48년 1월(30년)	옥산오창 고속도로㈜
서울문산	경기 고양~ 파주	35.2	21,003	8,578	1,578	-	10,847	'15년~ '20년	'20년 11월~ '50년 11월(30년)	서울문산 고속도로㈜

주: 인천국제공항고속도로는 2001년 1월부터 30년간 민자사업자가 관리운영 하는 것으로 협약을 맺었으나 2000년 11월부터 실제 운영하였음

자료: 국토부 제출자료 재구성

건설 중인 민자고속도로는 [표 5]와 같이 2017년에 착공하여 2021년에 준공하는 것으로 추진 중인 봉담송산고속도로 등 5개 노선(236.1㎞)이 있다.

[표 5] 건설 단계의 민자고속도로 현황(5개 노선)

(단위: ㎞, 억 원, %)

도로명	구간	연장	투자비					공사기간	공정률 ('20년 12월 현재)	민자시행자
			계	민자	건설 보조금		토지 보상비			
					국가	지방				
총 계		236.1	103,546	59,219	5,726	-	38,601			
봉담송산	경기 화성~ 화성	18.3	13,253	5,951	252	-	7,050	'17년~'21년	95.37	경기동서 순환도로㈜
이천오산	경기 화성~ 경기 광주	31.2	14,499	7,242	835	-	6,422	'17년~'22년	70.36	제이외곽순환 고속도로㈜
포천화도	경기 포천~ 경기 남양주	28.7	14,757	5,838	1,219	-	7,700	'18년~'23년	6.33	수도권외곽순환 고속도로㈜
광명서울	경기 광명~ 서울 강서	20.2	19,462	12,412	-	-	7,050	'19년~'24년	1.45	서서울 고속도로㈜
평택부여익산	경기 평택~ 전북 익산	137.7	41,575	27,776	3,420	-	10,379	'19년~'34년	1.24	서부내륙 고속도로㈜

자료: 국토부 제출자료 재구성

나. 민자고속도로 사용기간

민자고속도로는 [표 6]과 같이 2021년 3월 기준으로 개통 후 사용기간이 20년 이상 30년 미만인 노선은 1개, 10년 이상 20년 미만인 노선은 8개, 10년 미만인 노선은 10개가 있다.

[표 6] 민자고속도로 사용기간(2021년 3월 기준)

(단위: 개, %)

공용기간	10년 미만	10년 이상 20년 미만	20년 이상 30년 미만	계
민자고속도로 노선수	10(52.6)	8(42.1)	1(5.3)	19

자료: 국토부 제출자료 재구성

2. 민자고속도로 사업추진 체계

가. 도로의 구분

도로는 「도로법」 제10조에 따라 고속도로와 일반국도 및 특별시도·광역시도, 지방도, 시도 등으로 구분되며, 특히 국토부를 주무관청으로 하는 고속도로는 [표 7]과 같이 재정고속도로와 민자고속도로로 구분되어 있다.

[표 7] 고속도로의 종류 및 도로관리청

구분	정의
재정고속도로	▸「도로법」 제112조에 따라 도로공사가 고속도로에 관한 국토부의 권한을 대행
민자고속도로	▸민간투자법 제2조 등에 따라 민간부문이 제안하는 사업 또는 민간투자시설사업 기본계획에 따라 사업시행자가 시행하는 사회기반시설사업 중 고속도로 사업

자료:「도로법」 및 민간투자법 재구성

나. 민자고속도로 관계규정

민자고속도로는 [표 8]과 같이 민간투자법 및 「민간투자사업 기본계획」(기획재정부 고시) 등에 따라 주무관청에서 민간투자법 제10조에 따라 수립하는 사업별 시설사업기본계획을 기준으로 민자사업자(SPC[4])의 제안을 받고 실시협약을 맺는다.

[표 8] 민자고속도로 사업추진 관련 규정

구분	내용
법령	민간투자법, 민간투자법 시행령
지침	민간투자사업 기본계획(기획재정부 고시)
개별사업	시설사업기본계획(제3자 공고), 실시협약 등

자료: 민간투자법 등 재구성

민간투자법에 따라 추진되는 민자고속도로는 [그림 1]과 같이 수익형 민간투자사업(BTO: Build-Transfer-Operate)으로 추진되는데 민자사업자는 도로를 준공(Build)한 후 소유권을 국가로 이전(Transfer)하며 일정기간(30~50년) 동안 관리운영권(Operate)을 부여받고, 민자사업자는 이용자의 사용료(통행요금)를 받아

4) Special Purpose Company(특수목적법인)으로 건설 투자자와 재무적 투자자 등으로 구성

투자금을 회수하는데, 인천공항고속도로 등 18개 민자고속도로 중 초기에 운영을 시작한 9개는 실시협약에 따라 최소운영수입[5]을 보장(10~30년)받고 있다.

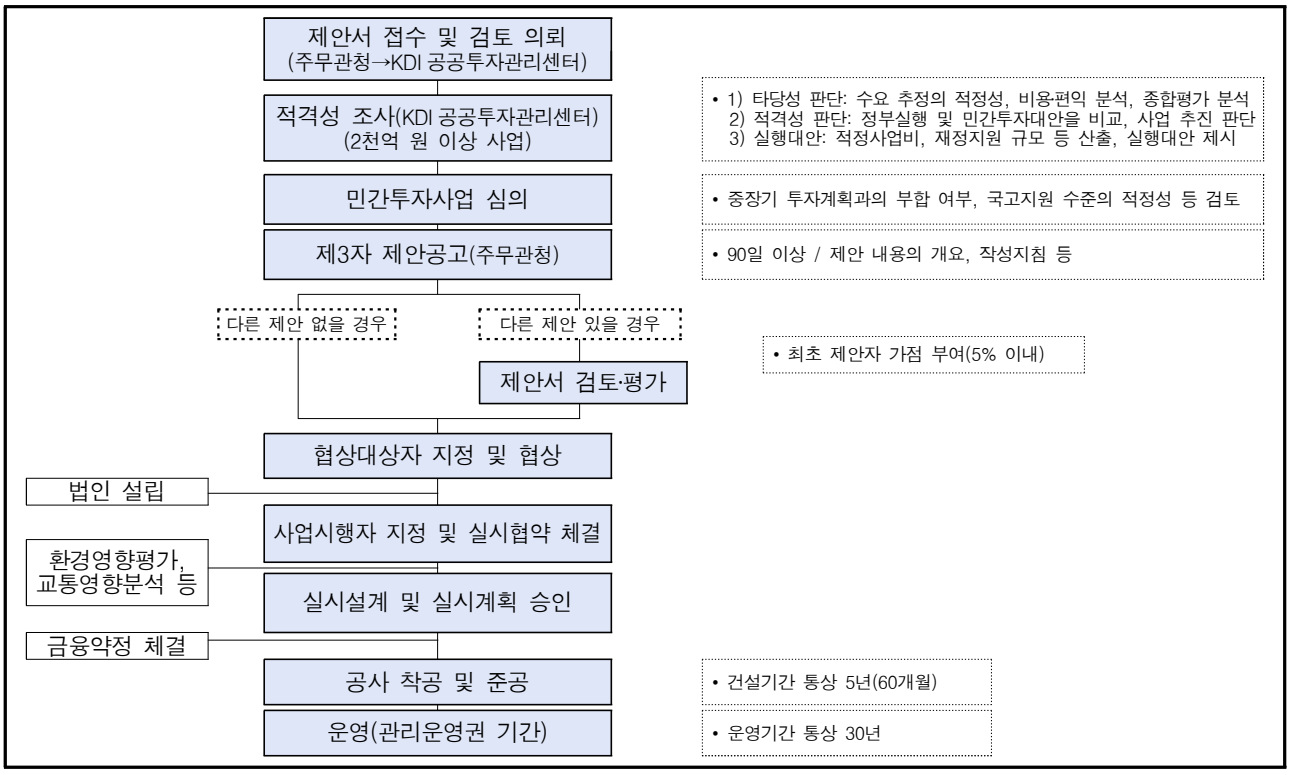
[그림 1] BTO 방식

자료: 국토부 제출자료 재구성

다. 민자고속도로 업무 추진 절차

민자고속도로 사업은 정부고시사업과 민간제안사업으로 구분되는데 민간제안사업의 경우 [그림 2]와 같이 제안서 접수 후 사업 적격성 판단, 제3자 제안공고, 사업시행자 지정, 실시협약 체결, 실시계획 승인, 착공 및 운영 등의 순서로 추진한다.

[그림 2] 민간제안사업 추진 절차



자료: 국토부 제출자료 재구성

5) MRG(Minimum Revenue Guarantee)로서 1999년 민자사업 초기에 민간투자를 유치하기 위한 유인책으로 실제 수입이 추정 수입보다 적으면 사전에 약정한 최소수입을 재정지원하는 제도이며 2009년 폐지됨

Ⅲ. 감사결과

1. 감사결과 총괄

감사결과 [표 9]와 같이 총 7건의 위법·부당사항이 확인되었다.

[표 9] 지적사항 총괄

(단위: 건)

구분	합계	통보
합계	7	7
안전관리 체계 분야	3	3
시설물 유지관리 분야	4	4

감사결과 확인된 주요 문제점은 다음과 같다.

분야	주요 감사결과
안전관리 체계 분야	■ 위험물질운송차량의 운행 과정을 추적·대응하는 체계를 구축하고도 수집정보를 도로공사에만 제공하고 민자사업자, 지방자치단체 등에는 미제공 ■ 20개 구간은 민자고속도로와 재정고속도로가 연결되면서 졸음쉼터 설치 기준(최대 25㎞)을 초과하는데도 졸음쉼터 등을 설치하지 않고 있고, 20개 졸음쉼터에 진입부 안전거리 등 안전시설이 부족하게 설치되어 운영 중
시설물 유지관리 분야	■ ○○교 양쪽 교량의 교각이 바깥쪽으로 기울어지는 횡방향 변위가 발생하였는데도 2017년 11월 기울어진 상태를 반영하지 않은 채 구조해석을 하고, 그 이후 변위가 증가하는데도 2021년 2월 현재까지 추가로 구조해석을 하지 않고 있음 ■ 화재의 위치 및 화재 차량 종류에 따른 화재 발생 상황을 가정해 터널 제연설비 운영매뉴얼을 마련·운영하여야 하는데도 제트팬이 설치된 43개 터널 모두 화재 발생 상황을 가정하지 않고 운영매뉴얼을 수립 ■ 차선 재귀반사성능 기준에 따라 야간에 습윤 기준을 만족하게 시공하여야 하는데도 17개 민자고속도로는 습윤 기준에 미달하는 도료와 유리알로 시공하고 차선 설치 및 하자검사 시 만족여부 미확인

이에 대하여 국토부장관에게 위험물질운송차량의 운행정보를 민자사업자, 지방자치단체 등에 제공하는 방안을 마련하는 한편, 졸음쉼터 설치 기준을 초과한 20개 구간에 졸음쉼터 등을 설치하는 방안을 마련하도록 통보하는 등 총 7건을 통보하였다.

2. 안전관리 체계 분야

2.1. 실 태

가. 민자고속도로 안전관리 체계

1) 국토부 및 민자사업자의 관계

국토부는 「유료도로법」 제14조 등에 따라 도로 유지관리 업무 등을 유료도로 관리권자인 민자사업자에게 대행하게 하고, 같은 법 제23조의2에 따라 민자도로를 안전하고 효율적으로 유지관리할 수 있도록 지도·감독하고 있다.

2) 민자고속도로 유지관리계획 수립

민자사업자는 민자고속도로 시설물에 대하여 「민자도로의 유지ㆍ관리 및 운영 기준」(국토부 고시) 제4조에 따라 유지관리계획(5년 주기) 및 유지관리시행계획(매년)을 수립하고 국토부는 이에 대한 적정성을 검토하고 있다.

3) 민자고속도로 운영평가 실시

국토부는 「유료도로법」 제23조의2 및 「민자도로의 운영평가 기준」(국토부 고시)에 따라 2019년부터 [표 10]과 같이 매년 도로 안전성 등 4개 분야를 평가한다.

[표 10] 운영평가 내용

평가 분야(4개)	평가 항목(16개)	
	정량평가(70점)	정성평가(30점)
도로 안전성(53점)	1) 돌발상황 대응 신속성 2) 교통사고 발생률 3) 도로 안전조치 신속성	11) 교통사고 예방 노력 12) 재난 대응시스템 운영 적정성
이용 편의성(34점)	4) 도로 청결성 5) 민원처리시스템 운영 효율성 6) 이용자 서비스 제공실적	13) 이용자 편익 향상
운영 효율성(7점)	7) 운영비 집행 효율성 8) 유지관리계획 이행 여부	14) 관리조직 운영 15) 도로관리 효율성 향상
도로 공공성(6점)	9) 운영평가 결과 개선실적 10) 도로운영 관련 법령/규정 등 준수 여부	16) 사회편익 기여활동

자료: 「민자도로의 운영평가 기준」 재구성

그러나 운영평가 세부항목을 민자사업자의 관리 상태가 객관적으로 반영되도록 구성하기 곤란[6]하여 민자사업자의 유지관리 개선을 유도하는 데는 한계가 있고, 운영평가 결과에 따라 민자사업자에게 인센티브나 페널티를 부여하지 않고 있어 평가의 실효성이 부족하므로 국토부는 한국교통연구원(민자도로관리지원센터)을 통해 운영평가의 항목 변경 등 개선방안을 검토 중이다.

나. 위험물질운송차량 안전관리 및 휴게시설 운영

국토부는 [그림 3]과 같이 위험물질을 운송하는 차량을 관리하여 도로의 안전성을 높이고, 민자사업자에게 운전자의 안전한 운행을 위하여 졸음쉼터 등 휴게시설을 설치·관리하도록 하고 있다.

[그림 3] 위험물질운송차량 관제 화면 및 졸음쉼터 설치 전경

자료: 국토부 제출자료 재구성

2.2. 문제점

- 위험물질운송차량의 운행 과정을 추적·대응하는 체계를 구축하고도 수집정보를 도로공사에만 제공하고 민자사업자, 지방자치단체 등에는 미제공("가항")
- 20개 구간은 민자고속도로와 재정고속도로가 연결되면서 졸음쉼터 설치 기준(최대 25㎞)을 초과하는데도 졸음쉼터 등을 설치하지 않고 있고, 20개 졸음쉼터에 진입부 안전거리 등 안전시설이 부족하게 설치되어 운영 중("나항")
- 낙뢰(7개), 폭염(9개), 산사태(8개), 지진(1개), 안개(2개) 등에 대비하는 행동매뉴얼을 수립하지 않고 있는데도 확인하지 않고 있음("다항")

6) 세부항목 중 교통사고 발생률의 경우 발생원인이 인적 과실(이용자)과 시설물 관리 부실(사업자)로 복합적일 수 있고, 손해배상 사례에서 대부분 이용자 과실로 처리되고 있어 세부항목 반영 조정 필요

가 위험물질운송차량 운행 관련 수집정보 활용 미흡

1) 업무 개요

국토부는 경상북도 구미시에서 발생한 탱크로리 불산[7]가스 유출사고(2012년 9월)를 계기로 위험물질운송차량 사고를 예방하고 사고 시 대규모 피해를 방지하기 위해 [표 11]과 같이 「물류정책기본법」 제29조에 따라 2018년 11월 교통안전공단(대행기관)에 위험물질운송안전관리센터를 설치하고 위험물질 운송안전 통합관리 시스템(이하 "위험물질운송시스템"이라 한다)을 구축・운영하고 있다.

구미 불산가스 유출사고 사례

- **(사고경위)** 2012. 9. 27. 경상북도 구미시 ㄱㄱ산업단지의 ⊙⊙ 구미공장에서 맹독성 물질인 불산 20톤을 운송용 탱크로리에서 사업장 설비로 주입하기 위해 이송 호스를 연결하는 작업을 하던 중 탱크로리 밸브가 열리면서 불산이 유출, 2012. 10. 8. 구미시 산동면 일대에 "특별재난지역" 선포
- **(인명피해 등)** 근로자 5명 사망, 인근지역 주민 및 근로자 18명 부상, 주민 12,243명 건강검진 실시
- **(물적피해)** 농작물 212ha, 가축 4,015두, 차량 1,954대, 기업체 81개사
- **(피해확산 원인)** 부처 간 정보공유 및 협조 미흡, 작업자 안전수칙 미준수, 주민대피 과정에서의 혼선, 체계적인 2차 피해 예방 미흡 등

[표 11] 위험물질운송시스템 구축·운영 관련 추진 내용

구분	추진 내용
2013년 7월	국가정책조정위원회에서 위험물질운송시스템 구축 결정
2017년 3월~2018년 3월	「물류정책기본법」, 같은 법 시행령·시행규칙을 개정하여 위험물질운송안전관리센터 설치 등 규정 신설
2018년 11월	교통안전공단 내 위험물질운송안전관리센터 설치 및 위험물질운송시스템 구축
2018년 12월~2019년 2월	위험물질운송차량 실시간 모니터링 시범운영 및 위험물질운송시스템 개선
2020년 12월까지	위험물질운송차량에 단말장치 부착 완료(2020년 12월 기준 11,376대)

자료: 교통안전공단 제출자료 재구성

2) 관계법령 및 판단기준

가) 위험물질운송시스템을 통한 운송차량 추적 관리

7) 인체 노출 시 신경기능 마비와 같은 중독 증상을 일으키고 피부의 화학적 화상 등을 유발하는 맹독성 물질로 19.5℃를 전후하여 액체 및 가스 형태로 존재하고, 공기·물과 접촉 시 불산가스가 발생

국토부는 「물류정책기본법」 제29조의2 제1항에 따라 [사진 1]과 같이 위험물질운송차량 소유자로 하여금 차량에 운행기록장치(DTG: Digital Tacho Graph), 내비게이션, 위성항법장치(GPS: Global Positioning System) 등의 운행 위치추적 기능이 있는 단말장치를 장착하도록 하고 있다.

[사진 1] 위험물질운송차량 및 운행정보 수집 단말장치

자료: 교통안전공단 제출자료 재구성

그리고 위험물질운송차량 소유자는 「물류정책기본법」 제29조의2 제5항에 따라 [그림 4]와 같이 위험물질을 운송하려는 경우 사전에 위험물질 운송계획정보(운전자 정보, 위험물질 종류, 출발지 및 목적지 등)를 위험물질운송시스템에 입력하도록 되어 있다.

[그림 4] 위험물질운송시스템의 기능

자료: 교통안전공단 제출자료 재구성

또한 교통안전공단은 「물류정책기본법」 제29조 제2항에 따라 [표 12]와 같이 위험물질 운송계획을 토대로 단말장치를 통해 위험물질운송차량의 실시간 위치 정보를 수집하여 위험물질운송시스템에서 운송경로 전체 과정을 모니터링하고, 경로 이탈, 무정차 장기운행, 과도한 진동·충격 등의 비정상 운행을 감지하고 차량사고가 발생할 경우 소방청 등 관계기관에 사고정보(차량 위치, 위험물질 정보 등)를 전파하여 위험물질 처리물질 등을 준비[8]할 수 있도록 하는 등 방재의 초기 대응을 지원하고 있다.

[표 12] 위험물질운송차량 관제 및 대응절차

자료: 교통안전공단 제출자료 재구성

나) 운송 관리대상 위험물질

「물류정책기본법」 제29조 제1항 등에 따르면 위험물질운송시스템을 통한 운송 관리대상 위험물질은 [표 13]과 같이 사고 발생 시 건강, 안전, 재산 또는 환경에 위험을 초래할 수 있는 위험물, 유해화학물질, 고압가스 등으로 지정되어 있다.

8) 화학물질 사고 발생 시 위험물질 종류에 따라 적정한 소화제(물, 입자상 분말 소화약제 등) 및 누출방재 방법(물 분무, 흡착제, 알칼리성 물질 중화 등)을 선택

[표 13] 위험물질의 종류

구분	종류 및 특성	비고
위험물	인화성 액체(석유류), 산화성 고체·액체, 가연성 고체 등	「위험물안전관리법」 제2조 제1항 제1호
유해화학물질	유독물질(불산, 질산 등), 제한물질(카드뮴 등), 금지물질(DDT 등) 등	「화학물질관리법」 제2조 제7호
고압가스	1MPa 이상의 압축가스, 0.2MPa 이상의 액화가스 등	「고압가스 안전관리법」 제2조
방사성폐기물	방사성물질 또는 그에 따라 오염된 물질로 폐기의 대상이 되는 물질	「원자력안전법」 제2조 제18호
지정폐기물	폐유, 폐산 등 환경오염 물질 및 인체에 위해를 줄 수 있는 의료폐기물 등	「폐기물관리법」 제2조 제4호
농약 및 원제	동식물을 방제하는 데 사용하는 살균제, 살충제, 제초제 등	「농약관리법」 제2조 제1호, 제3호

자료: 「물류정책기본법」 등 재구성

이러한 위험물질은 인화성·가연성·방사성·유독성 등의 특성으로 인해 위험물질운송차량이 전복, 충돌·추돌 등 사고[9]가 발생하면 [표 14]와 같이 유출 등으로 인해 물리적 피해뿐만 아니라 차량 내 적재된 위험물질의 폭발, 화재 및 주변 환경오염 등 2차 피해를 유발할 수 있다.

[표 14] 위험물질운송차량 사고 및 피해 사례

사고일자	사고 내용	사고 현장 모습
2016. 5. 20.	■ 경부고속도로 상행선 경산나들목 부근 사고 - 35톤 탱크로리와 승용차 추돌사고 발생 - 탱크로리 전소, 인근 창고 1동과 1.5톤 트럭 화재 피해 - 경유 32,000ℓ 유출	
2017. 11. 2.	■ ㅁㅊ터널 앞(지방도 1020호선) 사고 - 방청유 등 7.5톤을 적재한 화물차가 중앙분리대를 들이받은 후 폭발·화재 발생 - 일부 적재 용기가 반대차선으로 낙하하여 맞은편에서 오던 차량에 화재 발생 - 사상자 10명(사망 3명, 부상 7명), 차량 10대 소실	
2020. 2. 17.	■ 순천-완주 고속도로 상행선 ㅁㅈ터널 사고 - 차량의 안전거리 미확보 등으로 탱크로리를 포함한 다중(32대) 추돌 사고 발생 및 인화성 물질이 폭발 - 사상자 48명(사망 5명, 중상 2명, 경상 41명)	

자료: 소방청, 행정안전부, 국토부, 창원시 제출자료 재구성

9) 고속도로상 위험물질운송차량 사고의 경우 다른 종류의 사고와 비교하여 평균 사고처리 시간(93분)과 사망률이 각각 2.5배, 5배 높음

다) 도로관리자의 위험물질운송차량 관리 및 대응 필요

미국 등 해외국가[10]에서는 고속도로관리자가 실시간으로 위험물질운송차량을 모니터링하거나 위험구간 통행을 제한하고 있고, 필요시 관리구간 내에서 안전운행을 유도하기 위해 에스코트하는 방법으로 위험물질운송차량의 통행을 관리하고 있다.

국내에서 운행하는 위험물질운송차량은 사고발생 위험성이 높은 노선이나 시설물(터널, 교량 등)을 별도로 지정하거나 운행을 제한[11]받지 않고 있는데, 위험물질운송차량의 비정상 운행 및 사고상황 정보를 고속도로, 국도, 지방도 등의 도로관리자에게 제공하면 도로상에 설치된 CCTV 등을 활용하여 차량운행상황을 모니터링하거나 인근 순찰차량으로 하여금 안전운전을 유도하게 할 수 있고, 사고발생 시 즉각적으로 초동 방재 및 차량통행제한 조치를 하는 등 위험물질운송차량 사고 시 유용하게 활용할 수 있다.

따라서 국토부는 교통안전공단으로 하여금 고속도로, 국도, 지방도 등을 관리하는 주체에게 위험물질운송차량의 비정상 운행 및 사고발생 등 운행 정보를 제공하여 도로관리자가 위험물질운송차량 사고 시 해당 정보를 유용하게 활용하도록 하는 것이 바람직하다.

3) 감사결과 확인된 문제점

---

10) 사고 위험성이 높은 노선 및 시설물을 정하여 아래와 같이 통행 금지 및 제한규정을 두는 방법 등을 적용
- 미국: 지역단위(주정부, 지역정부)마다 차이가 있으나 위험물질 분류에 따라 터널 및 교량 진입을 제한, 사전 허가증을 받은 경우에 한해 에스코트 조건으로 통행을 허가
- 대만: 고속도로 9개 노선에 통행금지 및 제한 구간(정해진 시간에만 에스코트 조건으로 통행 허용) 지정
- 싱가포르: 위험물질운송차량 노선 별도 지정 및 차량추적장치 장착 의무화
- 일본: 도로관리자가 위험물질운송차량을 실시간 모니터링, 5,000m 이상 터널 통행금지 및 재해발생 시 제한적 에스코트 조건의 통행 허용

11) 「물환경보전법」 제17조 및 각 지방경찰청 도로교통 고시에 따라 상수원 보호구역 주변 및 도심 통과에 대한 제한만 받고 있음

그런데 국토부는 2018년 9월 재정고속도로를 통행하는 위험물질운송차량을 관리할 수 있도록 위험물질운송시스템의 관련 수집정보(차량번호, 위험물질 종류, 적재량 등)를 도로공사에만 제공[12]하는 것으로 결정하고 2021년 3월 현재까지 민자사업자[13](민자고속도로, 민자도시도로), 지방국토관리청(국도), 지방자치단체(지방도 등) 등은 위험물질운송차량 수집정보 제공대상에서 제외하고 있다.

이와 같이 위험물질운송시스템의 관련 수집정보를 제공받은 도로공사는 2018년 9월 이후 교통안전공단과 협의하여 위험물질운송시스템과 연계하고 재정고속도로를 통행하는 위험물질운송차량을 실시간으로 관제하면서 대형사고 발생 가능성이 높은 장대터널 진입 전 또는 사고 발생 시 실시간으로 알려주는 기능을 구축하는 등으로 활용하고 있다.

도로공사의 위험물질운송차량 운행정보 활용 현황

■ **사고 예방단계**

- **(상시관제)** 교통안전공단 위험물질운송시스템에 상시 접속하여 재정고속도로를 운행하는 차량 관제, 실시간 상황 모니터링
- **(터널통행 관리)** 금정산 터널 등 8개 장대터널 전방 5㎞ 지점 통과 시 자동알림 수신 및 위험물질 정보 사전파악 후 터널관리동에서 집중 관제(2021년까지 16개 장대터널로 관리대상 확대 예정)
- **(과열차량 관리)** 도로공사의 "과열차량 알림시스템"과 연계하여 차량 과열 감지 시 정차유도 등 사전조치 실시

■ **사고 대응단계**

- **(상황파악)** 사고발생 인지 즉시 위험물질운송시스템을 통해 위험물질 정보 등 확인
- **(초기대응)** 유관기관 협조 요청, 위험물질 종류에 따른 초동조치 실시(접근금지 또는 확산 방지 조치) 등

위와 같이 도로공사는 사고 예방 및 대응에 위험물질운송차량 운행정보를 활용하고 있는 반면, 민자사업자 등은 위험물질운송차량으로 인한 사고 예방 및 대응에 이를 활용하지 못하고 있어 민자고속도로 등에서 위험물질운송차량의 연속성 있는 추적·관리가 되지 않아 민자사업자 등이 비정상적으로 운행하는 위험물질운송차

12) 차량사고 발생 시 사고정보도 소방청 등 방재기관에만 제공
13) 2019. 5. 21. ㅁ고속도로 △방향 ㄴㄹIC 인근에서 25톤 탱크로리가 전복되어 윤활유 200ℓ가 유출되는 등 민자고속도로에서도 위험물질운송차량 사고가 발생

량을 제대로 파악하지 못하거나 사고발생 시 적절한 초동조치를 하지 못하는 사각이 있는 실정이다.

일례로, 이번 감사에서 [그림 5]와 같이 2021. 3. 11. 부산항을 출발하여 인천국제공항까지 위험물질을 운반하는 경로를 표본으로 확인한 결과, 지방도, 민자고속도로, 민자도시도로, 재정고속도로를 통과하였는데 재정고속도로에서만 도로공사가 위험물질운송차량 수집정보를 활용하여 관리하고, 나머지 구간에서는 도로관리자가 안전운행을 관리하지 않았다.

[그림 5] 위험물질운송차량 운행 사례

- 운행일시: 2021. 3. 11.
- 출발지: 부산항
- 목적지: 인천국제공항
- 주요 통행 구간
  1) 부산 충무대로(**지방도**)
  2) 부산 천마터널(**민자도시도로**)
  3) 남해고속도로(재정고속도로)
  4) 중부내륙고속도로(재정고속도로)
  5) 경부고속도로(재정고속도로)
  6) 평택제천고속도로(재정고속도로)
  7) 제3경인고속화도로(**민자도시도로**)
  8) 인천대교고속도로(**민자고속도로**)

자료: 교통안전공단 제출자료 재구성

관계기관 의견 국토부는 감사결과를 받아들이면서 앞으로 위험물질운송차량의 운행 중 이상상황이 감지되거나 교통사고가 발생하면 민자사업자, 지방국토관리청, 지방자치단체 등에도 문자 등을 통해 신속히 해당 정보를 전파할 수 있

도록 시스템을 구축하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 **국토교통부장관**은 민자사업자(민자고속도로 사업시행자, 민자도시도로 사업시행자), 지방국토관리청(국도), 지방자치단체(지방도 등) 등 도로관리자에게 위험물질운송차량의 비정상 운행 및 사고발생 등 운행 정보를 제공하는 등으로 위험물질운송차량이 통행하는 모든 구간에 대해 안전운행 관리가 이루어질 수 있는 방안을 마련하시기 바랍니다.**(통보)**

나 민자고속도로 휴게시설 설치 및 운영 부적정

1) 업무 개요

국토부는 민간투자법 제45조, 「도로법」 제47조의2 등에 따라 ◆◆주식회사 등 민자사업자로부터 졸음운전 교통사고를 예방하기 위한 졸음쉼터 등 휴게시설 설치·운영계획 등을 보고받고 이를 점검하는 등 민자고속도로의 안전 및 유지관리를 감독하고 있다.

민자사업자는 2013년부터 졸음쉼터를 설치하여 2021년 3월 현재 [별표 1] "민자고속도로 졸음쉼터 현황" 및 [별표 2] "민자고속도로 휴게소 현황"과 같이 졸음쉼터 28개와 휴게소 25개 등 휴게시설을 운영하고 있고, 2021년 12월까지 졸음쉼터 10개를 추가로 설치할 예정으로 추진하고 있다.

전체 고속도로 내 졸음쉼터는 [표 15]와 같이 설치 전(2008~2010년)에 비해

설치 후(2011~2019년)에 연평균 졸음사고 발생 건수를 20%(사망자 수는 15.9%) 줄이는 등 졸음사고 감소에 기여하고 있다.

[표 15] 전체 고속도로 내 졸음사고 발생 현황

(단위: 건, 명, %)

구분	졸음쉼터 설치 전 연도별 평균(2008~2010년, A)	졸음쉼터 설치 후 연도별 평균(2011~2019년, B)	감소분(B-A)
사고 발생 건수	538.6	430.8	△107.8(△20)
사망자 수	91.3	76.7	△14.6(△15.9)

자료: 도로공사 제출자료 재구성

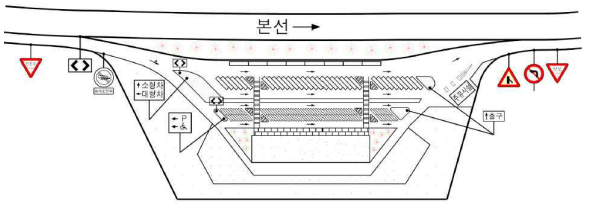
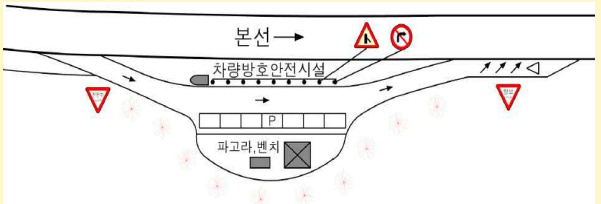
2) 졸음쉼터 배치간격 검토 시 다른 고속도로와 연계 필요

가) 관계법령 및 판단기준

(1) 휴게시설의 종류 및 특성

휴게시설은 「도로법」 제2조, 같은 법 시행령 제3조 등에 따른 도로 부속물로서 출입이 제한된 고속도로 등에서 장시간의 연속 주행으로 인한 피로 해소, 자동차 주유 등의 서비스를 제공할 목적으로 설치하며 [그림 6]과 같이 규모와 기능에 따라 휴게소(일반, 화물차, 간이), 졸음쉼터로 나뉘고, 이 중 졸음쉼터는 휴게소 간 간격이 먼 구간에 졸음운전으로 인한 사고예방을 위해 설치하는 최소한의 휴게시설이다.

[그림 6] 휴게시설의 종류

구분	시설 평면도	시설 구성
휴게소		▪ (일반휴게소) 주차장(본선 편측 교통량에 따라 규모 결정), 주유소, 식당, 매점, 화장실 등 설치(배치간격 표준 50㎞, 최대 100㎞) ※ 화물차 통행량이 많은 경우에는 화물차휴게소, 소규모(주차장 16~60면 등)로 설치할 경우에는 간이휴게소로 결정
졸음쉼터		▪ (졸음쉼터) 주차장(7~15면), 화장실, 퍼걸러(Pergola, 일명 '파고라') 등 최소한의 휴식과 졸음 예방 기능만을 가지는 휴게시설

자료: 도로구조규칙 해설(국토부) 재구성

(2) 졸음쉼터 배치간격 규정

「도로법」 제47조의2, 도로구조규칙 해설(국토부) 등에 따르면 모든 휴게시설 배치간격은 표준 15㎞, 최대 25㎞[14]로 정해져 있고 일반휴게소 사이에 졸음쉼터 등을 설치하도록 되어 있다.

국토부는 도로 이용자가 졸음쉼터를 안전하고 편리하게 이용할 수 있도록 하기 위해 2017년 4월 졸음쉼터 지침[15]을 제정(2017년 6월 시행)[16]하였는데 졸음쉼터 지침 2.2 "설치장소"에 따르면 고속도로의 휴게시설 배치간격이 표준 15㎞, 최대 25㎞이므로 졸음쉼터를 포함한 휴게시설 간 간격이 25㎞를 초과하는 구간에는 졸음쉼터(또는 간이휴게소 등)를 추가 설치하도록 되어 있다.

(3) 졸음쉼터 배치간격 연계 검토의 필요성

고속도로는 민자고속도로와 재정고속도로가 분기점(Junction) 등을 통해 서로 연결되어 유기적인 교통망을 이루고 있고, 도로 이용자는 목적지에 따라 민자고속도로와 재정고속도로를 주행하므로 휴게시설 배치간격은 도로관리자별 관리구간이 아니라 전체적인 교통망에 따라 검토될 필요가 있다.

한편 국토부는 「도로법」 제47조의2 등에 따라 민자고속도로와 재정고속도로 등 고속도로 전체의 휴게시설을 관리·감독하고 있다.

따라서 국토부는 휴게시설 간 간격의 적정성 및 졸음쉼터의 추가 설치 여부

14) 졸음쉼터라는 명칭이 도입되기 전에 발간된 도로구조규칙 해설(2009년)에는 고속도로의 휴게시설 배치간격을 표준 25㎞, 최대 50㎞로 하고 일반휴게소 사이에 간이휴게소를 설치하도록 되어 있다가, 졸음쉼터라는 명칭이 도입된 도로구조규칙 해설(2013년)부터는 휴게시설 배치간격을 표준 15㎞, 최대 25㎞로 줄여 졸음쉼터 등을 설치하도록 변경됨

15) 국토부는 "졸음쉼터 설치 및 운영 개선방안 연구" 용역(용역기간: 2016년 7월~2017년 1월, ㅂㄷ대학교 산학협력단)을 토대로 졸음쉼터 지침을 제정하였고, 이 지침은 2019년 1월 감사원 감사결과(「도로안전 관리실태」 감사, 2018년 9월 시행)에 따라 일반국도에 설치되는 졸음쉼터 기준도 추가되어 지침의 명칭이 「졸음쉼터의 설치 및 관리지침」으로 변경됨

16) 국토부는 2017. 5. 19. ◆◆주식회사 등 18개 민자사업자 등에게 졸음쉼터 지침의 제정 및 시행을 사전에 통보하였음

등을 판단할 때는 민자고속도로와 재정고속도로 간 또는 민자고속도로 간 연계를 검토하여 휴게시설 배치간격이 최대 간격 기준(25㎞)을 초과하는 구간에는 졸음쉼터 등[17]을 추가로 설치하도록 하는 것이 바람직하다.

나) 감사결과 확인된 문제점

재정고속도로인 ㅂㄹ고속도로(1994~2001년 구간별 개통, 연장: 26.7㎞)에 ㄴ고속도로(2009년 준공, 연장: 21.4㎞), ㄱ고속도로(2017년 준공, 연장: 21.9㎞) 등 민자고속도로가 차례로 연결되면서 2017년 3개 노선의 총연장이 70.0㎞가 되었다.

그런데도 국토부는 민자고속도로와 재정고속도로 구간 전체에 대하여 휴게시설 배치간격을 검토하지 않아 3개 노선의 도로관리자가 개별 관리구간 연장이 휴게시설 배치간격 최대 기준인 25㎞ 이내라거나 일부 초과(ㅂㄹ고속도로는 1.7㎞ 초과)한다는 등의 사유로 졸음쉼터를 설치하지 않는 것을 그대로 두고 있다.

예컨대 ㄴ고속도로와 ㄱ고속도로가 이어지는 구간의 경우 ㄴ고속도로의 기점(ㄹㅋ 분기점)과 ㄱ고속도로의 종점(ㄹㅈ 나들목)까지 70.0㎞(양방향 모두) 구간에 졸음쉼터가 없는 실정이다.

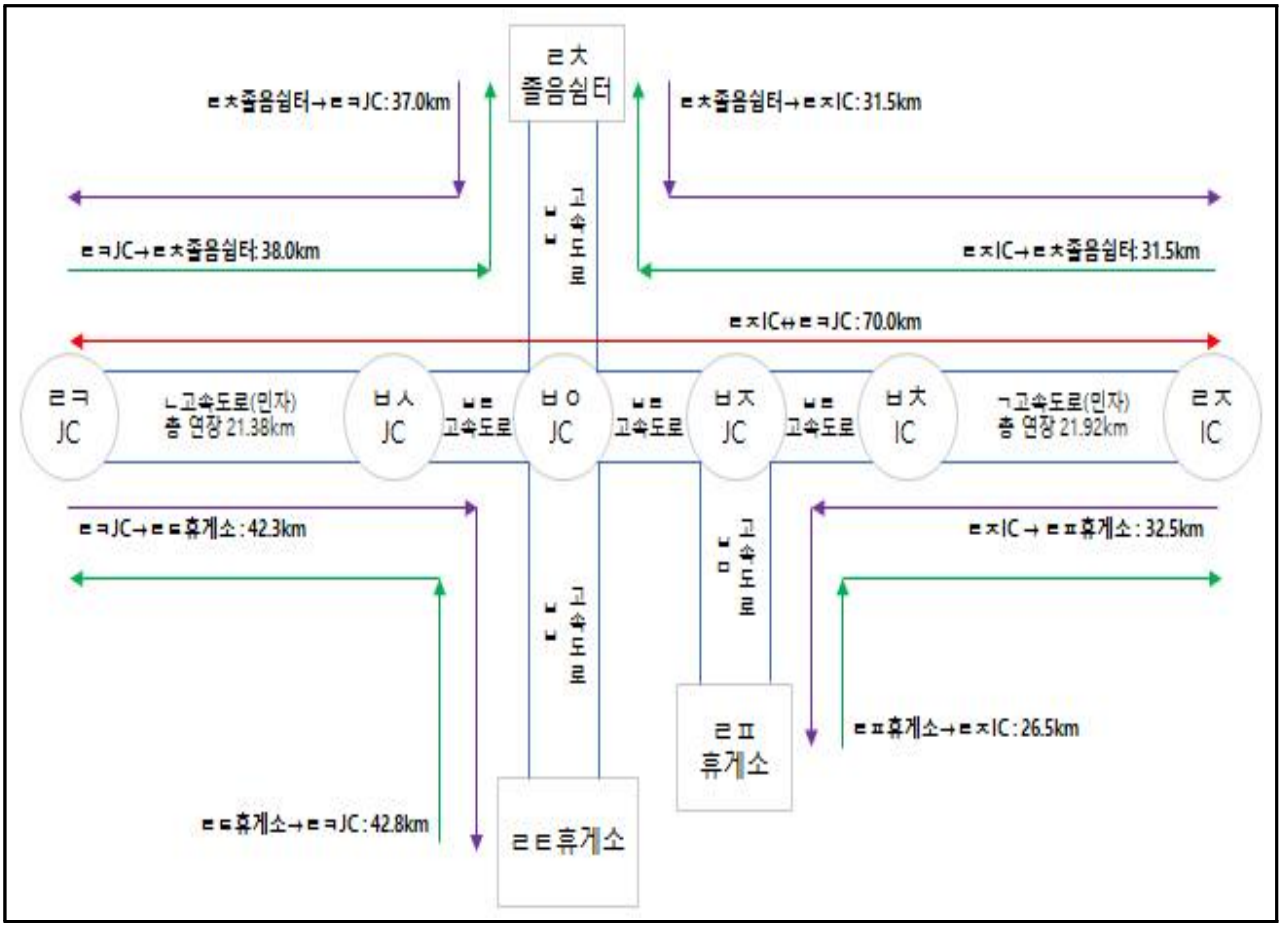
이를 비롯하여 [그림 7]과 같이 3개 노선에 연결된 총 10개 구간이 휴게시설 배치간격의 최대 기준(25㎞)을 초과하여 졸음쉼터가 최소 6개 부족[18]하였다.

---

17) 휴게시설 간 최대 간격 기준인 25㎞를 초과하는 구간에 도로 구조상의 문제 등으로 졸음쉼터를 설치하기 어려운 경우 그 대안에 대해 교통안전공단에 자문한 결과 해당 구간에 졸음방지 시설[횡방향 그루빙(grooving), 돌출형 차선(차선을 돌출형으로 설치하여 차량 진출 시 소음 발생으로 운전자 주의를 환기하기 위한 용도로 설치) 등]을 반복 설치하거나 휴게시설의 거리 등을 안내하는 보조 표지 등을 설치하는 등의 방안 마련 가능

18) 휴게시설 간 최대간격 기준인 25㎞ 이내를 만족하기 위해 최소한으로 필요한 졸음쉼터의 수

[그림 7] ㄱ고속도로~ㄴ고속도로 구간의 휴게시설 간 거리노선도



주: ㄹㅈIC~ㄹㅋ(상·하행), ㄹㅊ졸음쉼터~ㄹㅋJC(상·하행), ㄹㅊ졸음쉼터~ㄹㅈIC(상·하행), ㄹㅋJC~ㄹㅌ휴게소(상·하행), ㄹㅈIC~ㄹㅍ휴게소(상·하행) 총 10개 구간
자료: 국토부 제출자료 재구성

이와 같이 이번 감사원 감사기간 동안 민자고속도로와 재정고속도로 연결구간의 휴게시설 배치간격을 점검[19]한 결과, [표 16] 및 [별표 3] “민자고속도로에서 휴게시설 간 간격이 25㎞를 초과하는 구간 명세”와 같이 6개 민자고속도로 노선의 17개 구간(졸음쉼터 최소 13개 부족)에서 휴게시설 배치간격이 25㎞를 초과[20]하는데도 국토부는 졸음쉼터의 추가 설치 등을 검토하지 않고 있다.

19) ① 민자고속도로와 재정고속도로 간 연결구간, ② 민자고속도로 간 연결구간, ③ 민자고속도로 내 구간의 졸음쉼터, 휴게소 간격을 점검[한편, 도로구조규칙 해설에 따르면 휴게소의 배치 간격은 표준 50㎞, 최대 100㎞로 규정되어 있는데 18개 민자고속도로의 연장은 12.1~93.9㎞이고 2021년 3월 현재 25개의 휴게소가 설치되어 있음]

20) 도로공사가 운영하는 재정고속도로의 경우 2020년 12월 기준 왕복 8,073.6㎞ 구간에 휴게시설 434개(졸음쉼터: 235개, 휴게소: 199개)가 설치되어 있어 휴게시설 간 평균 이격거리가 18.6㎞인데 민자고속도로는 2021년 3월 기준 왕복 1,539.2㎞ 구간에 휴게시설 53개(졸음쉼터: 28개, 휴게소: 25개)가 설치되어 휴게시설 간 평균 이격거리가 29.0㎞로 재정고속도로의 약 1.6배임

[표 16] 민자고속도로에서 휴게시설 간 간격이 25㎞를 초과하는 구간 수

(단위: 개)

구분주)	휴게시설 배치간격 초과 구간 수					졸음쉼터 부족 개수
	25㎞ 초과 30㎞ 이하	30㎞ 초과 35㎞ 이하	35㎞ 초과 40㎞ 이하	40㎞ 초과	합계	
ㄱ고속도로~ㄴ고속도로	1	3	2	4	10	6
ㅍ고속도로~ㅂㅁ고속도로	-	2	-	-	2	2
ㅅ 고속도로	-	1	-	-	1	1
ㅇ고속도로~울산포항고속도로	-	-	2	-	2	2
ㅃ고속도로~경부고속도로	-	2	-	-	2	2
계	1	8	4	4	17	13

주: 구간 수 집계 시 민자고속도로와 분기점 등을 통해 연결된 재정고속도로, 다른 민자고속도로 등과 모두 연계하여 검토하였으며, 상행, 하행 등 방향별로 25㎞ 초과 구간을 모두 집계함
자료: 국토부 제출자료 재구성

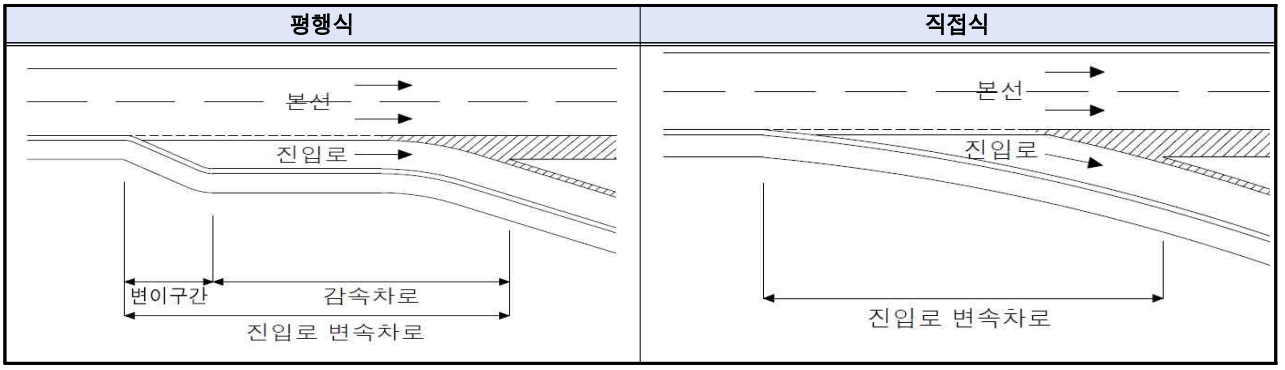
3) 졸음쉼터 진입·진출부 변속차로 안전확보 미흡

가) 관계규정 및 판단기준

(1) 진입·진출부 변속차로 설치길이 기준

졸음쉼터의 설치구조는 [그림 8]과 같이 고속도로 본선(선형: 직선 또는 곡선부)에서 진입부와 진출부의 변속차로(선형: 곡선)를 통해 연결된다.

[그림 8] 졸음쉼터 변속차로 설치구조(진입부의 경우)



주: 변속차로는 평행식(감속차로와 변이구간으로 구성)과 직접식(감속차로와 변이구간 구분 없음)으로 나뉘는데 최소길이 기준은 동일함. 진출부의 경우도 진입부의 설치형태와 유사하며 평행식과 직접식으로 나뉨
자료: 졸음쉼터 지침 재구성

그리고 고속도로 본선(설계속도 80~120㎞/h)과 진입·진출부 변속차로(설계속

도 40㎞/h)의 속도 차이로 인하여 변속차로의 설치길이를 충분히 확보하지 않을 경우 차량이 고속도로 본선에서 감속하여 졸음쉼터로 진입할 때 과속 및 급감속 등으로 인해 추돌(追突)사고가 발생하거나 졸음쉼터에서 본선으로 가속하여 합류할 때 주행속도 부족으로 인해 추돌사고가 발생할 수 있다.

진입·진출부 변속차로 사고 사례

- (중부내륙고속도로 문경 졸음쉼터 사고) 2013. 2. 11. 창원 방향으로 주행하던 차량이 졸음쉼터 진입 중 과속으로 쉼터 입구 분리대를 충돌하고 출구부 방호울타리를 재차 충돌하여 전도된 사고(경상 1명)

  ※ 진입부 변속차로 길이가 190m로 기준(240m, 본선 설계속도 110㎞/h) 대비 부족

- (중부내륙고속도로 현풍 졸음쉼터 사고) 2013. 12. 23. 1번 화물차(4.5t)가 본선 2차로 주행 중 졸음쉼터 가속차로에서 나오는 2번 화물차(25t) 좌측 후미를 추돌하고, 뒤따라오던 3번 화물차(3.5t)가 1번 화물차 후미를 추돌한 사고(중상 1명)

  ※ 진출부 변속차로 길이가 200m로 기준(370m, 본선 설계속도 100㎞/h) 대비 부족

- (경부고속도로 남사 졸음쉼터 사고) 2015. 9. 7. 부산 방향 5차로 주행 중이던 차량 앞에 미상의 차량이 5차로로 급진입함에 따라 이를 피하기 위해 졸음쉼터로 진입하였고 졸음쉼터 입구 우측 다이크를 충격한 후 휴식 중이던 차량 3대와 연쇄 추돌(사망 1명)

  ※ 진입부 변속차로 길이가 170m로 기준(240m, 본선 설계속도 110㎞/h) 대비 부족

그리하여 국토부는 졸음쉼터에 차량이 진입·진출할 때 안전하게 속도를 조절하여 차량 간 추돌사고 등을 예방하기 위해 2017년 6월 졸음쉼터 지침 2.3. “구성요소”에 [표 17]과 같이 고속도로 본선의 설계속도에 따른 진입·진출부 변속차로 최소 길이를 규정하였다.

[표 17] 진입·진출부의 변속차로 최소 길이 규정

(단위: ㎞/h, m)

고속도로 본선 설계속도	120	110	100	90	80
진입부	265	240	215	190	160
진출부	560	440	370	280	195

자료: 졸음쉼터 지침 재구성

(2) 졸음쉼터 진입·진출부의 변속차로 길이 확보 필요성

민자사업자는 2013년(도로공사는 2011년)부터 민자고속도로에 졸음쉼터를 설치하면서 졸음쉼터에 대한 별도의 설치기준이 마련되지 않아 개별적인 검토를

통해 진입·진출부 변속차로 길이 등을 부족하게 설치함으로써 오히려 졸음쉼터 사용으로 인해 교통사고를 유발하는 사례가 지속적으로 발생하였다.

그리하여 국토부는 2017년 6월 졸음쉼터의 진입·진출부 변속차로 길이 등에 대한 기준을 졸음쉼터 지침에 규정·시행하였고, 부칙 제2조(경과조치)에는 위 지침 시행 시점에 이미 설치가 완료되어 운영 중인 졸음쉼터에 대해서는 3년 이내에 위 지침의 규정에 부합하게 개선하도록 하였다.

따라서 국토부는 졸음쉼터 지침이 시행될 때 운영 중인 졸음쉼터에 대하여 설치위치, 진입·진출부 변속차로 길이 등이 설치기준에 부합하는지를 확인하여 졸음쉼터 지침에 맞지 않는 경우 민자사업자로 하여금 설치위치를 변경하거나 변속차로를 추가 설치하도록 하여야 하고, 졸음쉼터 시설이 개선될 때까지 단기적으로 진입부 변속차로 길이가 부족하다는 등의 위험을 도로 이용자가 인지할 수 있도록 위험 표지판을 설치하는 등의 방안[21]을 마련하는 것이 바람직하다.

나) 감사결과 확인된 문제점

그런데 이번 감사원 감사기간 동안 민자고속도로에서 운영 중인 졸음쉼터(28개)의 진입·진출부 변속차로 길이 등을 점검한 결과, ㅅ고속도로에 설치된 ㄹㅎ 졸음쉼터(본선 설계속도: 100㎞/h)의 경우 진입·진출부 변속차로 길이가 각각 160m, 250m로 기준 대비 55m, 120m 부족하게 운영되고 있는 등 [표 18]과 같이 4개의 졸음쉼터(졸음쉼터 지침 제정 전에 설치)가 졸음쉼터 지침 대비 부족하게 설치된 것으로 확인되었다.

21) 졸음쉼터의 진입·진출부 변속차로 길이가 부족하나 추가 길이 확보가 불가능한 졸음쉼터의 대안에 대해 교통안전공단에 자문한 결과, 졸음쉼터 전후 일부 본선구간의 차로폭 조정을 통해 연장을 확보하거나 노면 색깔 유도선을 감속차로 이전까지 충분히 연장 설치하는 등으로 운전자가 졸음쉼터 구간임을 인지할 수 있도록 사전에 안내하는 등의 대안 마련 가능

[표 18] 민자고속도로에 설치된 졸음쉼터의 진입·진출부 변속차로 길이 부적정 사례

(단위: ㎞/h, m)

연번	고속도로명	졸음쉼터 명칭	본선 설계속도	진입부 변속차로 길이			진출부 변속차로 길이		
				기준치 (A)	실제 길이 (B)	부족분 (B-A)	기준치 (C)	실제 길이 (D)	부족분 (D-C)
1	ㅅ 고속도로	ㄹㅎ 졸음쉼터	100	215	160	△55	370	250	△120
2	ㅋ 고속도로	ㅁㄱ 졸음쉼터(하행)	100	215	51	△164	370	237	△133
3	ㅈ 고속도로	ㅁㄴ 졸음쉼터 (▷ 방향)주)	100	215	180	△35	370	280	△90
4		ㅁㄷ 졸음쉼터 (▽ 방향)주)	100	215	150	△65	370	100	△270

주: ㅈ고속도로의 ㅁㄴ 및 ㅁㄷ 졸음쉼터는 2021년 6월 신규 졸음쉼터 개통 시 폐쇄 예정
자료: 국토부 제출자료 재구성

그런데도 국토부는 졸음쉼터의 진입・진출부 변속차로 길이[22]를 점검하거나 민자사업자가 졸음쉼터 지침에 부합하게 개선하도록 지도하지 않아 ㄹㅎ 졸음쉼터, ㅁㄱ 졸음쉼터(하행)는 개량공사(또는 졸음쉼터 이설) 등을 계획[23]하고 있지 않았고, ㄹㅎ 졸음쉼터 등 [표 18]의 4개 졸음쉼터 모두 위험 구간이라는 표지판을 설치하는 등 최소한의 안전장치도 확보하지 않은 채 운영하고 있었다.

4) 휴게시설 내 안전시설 확보 미흡

가) 졸음쉼터 내 안전시설 확보 미흡

(1) 관계규정 및 판단기준

졸음쉼터 지침 2. “졸음쉼터의 기능 및 설치” 2.3.6. “안전시설”에 따르면 졸음쉼터를 설치할 때 [표 19], [그림 9] 및 [별표 4] “졸음쉼터에 설치해야 할 안전

22) 민자고속도로에 설치된 휴게소(25개)에 대하여 이번 감사기간 동안 확인한 결과, 진입·진출부 변속차로 길이가 도로구조규칙 등에서 정한 최소 길이를 만족하고 있음

23) 이설을 계획하고 있는 ㅁㄴ 졸음쉼터(▷ 방향)와 ㅁㄷ 졸음쉼터(▽ 방향) 또한 진입·진출부 변속차로 길이 부족을 지침에 맞게 개선하기 위해서가 아니라 아닌 휴게시설 간 최대 이격거리(25㎞)를 만족하기 위해 이설하는 것임

시설”과 같이 졸음쉼터의 진입·진출부, 주행로에 안전시설을 확보하도록 되어 있다.

[표 19] 졸음쉼터에 확보되어야 할 안전시설

(단위: 종)

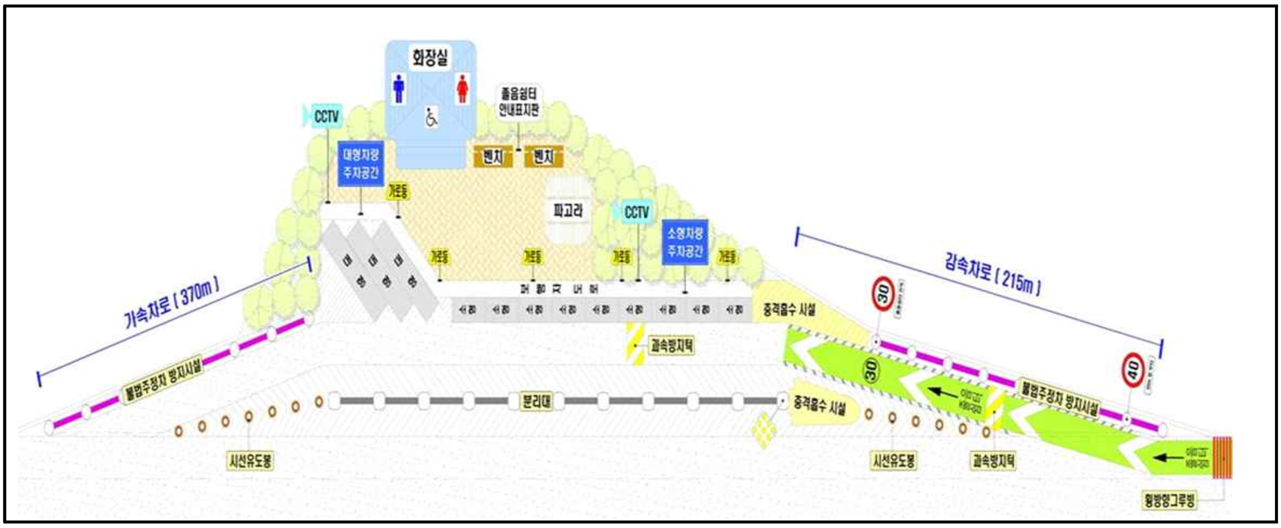
구분	진입부		주행로	진출부
안전시설	■차로유도 컬러레인[1)] ■분리대 ■장애물 표적표지 ■시선유도봉 ■속도제한표지	■충격흡수시설 ■횡방향 그루빙(grooving) ■속도감속 유도노면표지 ■과속방지턱 ■불법주정차 방지시설	■보행자 안전공간 ■CCTV ■조명시설 ■과속방지턱 ■주차차량 보호시설[2)]	■우회전 금지표지 ■시선유도봉 ■불법주정차 방지시설
종류 수	10		5	3
	18			

주: 1. 평면곡선반지름 1,200m 이하의 위치에 설치된 졸음쉼터에만 적용

2. 주차공간이 졸음쉼터 진입로와 이격하여 설치된 경우 설치 제외 가능

자료: 국토부 제출자료 재구성

[그림 9] 졸음쉼터 개념도



자료: 국토부 제출자료

한편 국토부의 “졸음쉼터 설치 및 운영 개선방안 연구” 결과(2017년 1월)에 따르면 졸음쉼터가 설치된 2011년부터 2016년 7월까지 [표 20]과 같이 졸음쉼터 내에서 총 28건의 사고가 발생(사망 4명, 부상 9명)하는 등 졸음쉼터 내에서 안전사고가 월평균 0.42건 발생한 것으로 나타났다.

[표 20] 고속도로 졸음쉼터 내 사고 현황

(단위: 건, 명)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년 7월	합계
사고 발생 건수	-	3	4	6	14	1	28
사망자 수	-	-	-	3	1	-	4
부상자 수	-	-	2	4	3	-	9

자료: 국토부 제출자료 재구성

따라서 국토부는 졸음쉼터 지침 부칙 제2조(경과조치)에 따라 민자사업자가 지침 제정 전에 이미 설치를 완료한 졸음쉼터 중 지침에서 정한 안전시설을 확보하지 않은 졸음쉼터에 대해서는 안전시설을 추가로 설치하는 등 지침에 부합하도록 개선하고, 지침 제정 후에 설치하는 졸음쉼터에 대해서는 지침에서 정한 안전시설을 모두 확보하여 설치하도록 지도·감독하여야 한다.

(2) 감사결과 확인된 문제점

그런데 이와 관련하여 이번 감사원 감사기간 동안 민자고속도로 구간에 설치되어 운영 중인 28개 졸음쉼터에 대해 졸음쉼터 지침에서 정한 안전시설의 확보 여부 등을 점검한 결과, [표 21] 및 [별표 5] “민자고속도로에 설치된 졸음쉼터의 안전시설 설치 누락 명세”와 같이 졸음쉼터 지침 제정 전에 설치된 17개 졸음쉼터 중 12개(70.6%)의 졸음쉼터가 개선이 완전히 이루어지지 않아 안전시설이 적게는 2종, 많게는 10종이 부족하게 설치되어 있었고, 졸음쉼터 지침 제정 후에 설치된 11개 졸음쉼터 중에서도 8개(72.7%)의 졸음쉼터가 적게는 1종, 많게는 4종의 안전시설이 부족하게 설치[24]되어 운영되고 있는데도 국토부는 이에 대

24) 도로공사가 운영하는 재정고속도로의 경우 2021년 3월 기준 전체 노선에서 228개의 졸음쉼터를 운영하고 있는데 이 중 224개(98.2%)는 졸음쉼터 지침에 규정된 모든 안전시설이 설치(졸음쉼터 지침 제정 후 설치한 졸음쉼터는 지침에 부합하게 설치하였고, 졸음쉼터 지침 제정 전에 설치된 졸음쉼터 중 안전시설이 부족하게 설치된 졸음쉼터는 개량공사 등을 수행)되어 있고, 안전시설이 미확보된 4개 중 3개는 현재 개량공사 중이며 나머지 1개

한 개선을 요청하지 않고 있었다.

[표 21] 민자고속도로에 설치된 졸음쉼터의 안전시설 설치 누락 현황

(단위: 개)

구분	모든 안전시설 설치 완료	1~3종 설치 누락	4~6종 설치 누락	7~9종 설치 누락	10종 이상 설치 누락	합계
졸음쉼터 지침 제정 전 설치된 졸음쉼터	5	4	3	4	1	17
졸음쉼터 지침 제정 후 설치된 졸음쉼터	3	7	1	-	-	11
계	8	11	4	4	1	28

자료: 국토부 제출자료 재구성

나) 휴게소 내 안전시설 확보 미흡

(1) 관계규정 및 판단기준

도로구조규칙 제38조의2[25] 등에 따르면 고속도로에 설치된 휴게소는 휴게소 내에서 발생할 수 있는 추돌사고 등을 예방하기 위해 [그림 10]과 같이 과속방지시설 등 안전시설 5종을 설치하도록 되어 있다.

[그림 10] 휴게소 내에 확보되어야 할 안전시설

구분	과속방지시설	속도제한표지	노면요철포장	점멸식 신호등	감속유도 차선
안전시설					
설치 목적	■ 낮은 주행속도가 요구되는 구간에서 과속 주행을 방지하기 위해 설치	■ 운전자에게 해당 구간에서 운전 가능한 최고속도를 알리기 위해 설치	■ 졸음운전 등으로 인해 차량이 차로를 이탈할 경우 소음 및 진동으로 운전자의 주의 환기	■ 차량, 안전표지 등에 주의하면서 서행하라는 신호를 운전자에게 보냄	■ 운행 중인 차량의 감속을 유도하기 위해 설치

또한 2021년 내 개량 예정임

25) 2015년 7월 신설된 조항으로 별도의 경과규정을 두고 있지 않으나 국토부는 규정 신설 전에 설치가 완료된 휴게소에 대해서도 적용해야 한다는 의견을 제시

휴게소 개념도	

자료: 국토부 제출자료 재구성

(2) 감사결과 확인된 문제점

그런데 이번 감사 시 민자고속도로에 설치된 25개 휴게소에 대하여 도로구조규칙 등에서 정한 안전시설 확보 여부 등을 확인한 결과, [표 22] 및 [별표 6] “민자고속도로에 설치된 휴게소의 안전시설 설치 누락 명세”와 같이 25개 휴게소 중 19개(76%) 휴게소는 안전시설이 1~3종 부족하게 설치되어 운영되고 있었다.

[표 22] 민자고속도로에 설치된 휴게소의 안전시설 설치 누락 현황

(단위: 개)

구분	모든 안전시설 설치 완료	1종 설치 누락	2종 설치 누락	3종 설치 누락	합계
도로구조규칙 제38조의2 신설 (2015년 7월) 전 설치된 휴게소	6	3	4	2	15
도로구조규칙 제38조의2 신설 (2015년 7월) 후 설치된 휴게소	-	6	4	-	10
계	6	9	8	2	25

주: 2015년 7월 「도로법」 제47조의2 및 도로구조규칙 제38조의2가 시행되어 휴게시설 내 설치 및 관리하여야 하는 도로안전시설의 종류가 명시됨

자료: 국토부 제출자료 재구성

이에 따라 도로 이용자가 장시간 운전하는 동안 적정 시기에 휴식을 취하지 못하거나 졸음쉼터 이용 시 졸음쉼터 내에서 차량 간 또는 차량이 보행자와 추돌하는 등의 사고가 지속적으로 발생할 가능성이 있다.

관계기관 의견 국토부는 감사결과를 수용하면서 “2)항”과 관련하여 휴게시설 간 이격거리가 25㎞를 초과하는 구간에 대해 민자사업자, 도로공사 등과 협의하여 졸음쉼터를 추가로 확보할 수 있도록 하고, 만약 도로의 구조, 부지확보의 어려움 등으로 졸음쉼터를 추가로 설치할 수 없는 경우에는 해당 구간 내 졸음방지 시설 등 안전시설을 설치하겠다는 의견을 제시하였다.

또한 “3)항”과 관련하여 진입·진출부 변속차로 길이가 부족한 졸음쉼터의 경우 단기적으로는 안내표시 등을 설치하여 안전성을 보완하고, 장기적으로 개선 여부를 검토하겠다는 답변을 하였고, “4)항”과 관련해서는 운영 중인 졸음쉼터는 현장조사 등을 통해 미흡한 부분을 보완해 나가고 신규 설치되는 졸음쉼터는 민자사업자가 설치기준에 맞게 안전시설을 설치하도록 지도·감독을 강화하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 **국토교통부장관**은

① 휴게시설 간 배치간격이 「졸음쉼터의 설치 및 관리지침」 등에서 규정한 휴게시설 간 최대 거리를 초과한 구간에 대해 졸음쉼터 등을 추가로 설치하는 방안을 마련하고

② 변속차로 길이, 안전시설 등이 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」, 「졸음쉼터의 설치 및 관리지침」 등에서 정한 기준에 비해 부족하게 설치된 휴게시설에 대하여 기준에 적합하게 개선하는 등의 안전관리 방안을 마련하시기 바랍니다.**(통보)**

다 민자고속도로 재난관리 매뉴얼 관리 부적정

1) 업무 개요

국토부와 민자사업자는 재난안전법 제3조 등에 따라 재난관리책임기관으로서 재난을 효율적으로 관리하기 위해 [표 23]과 같이 재난 분야에 따른 위기관리 매뉴얼 및 주요상황 대응 매뉴얼(이하 "재난관리 매뉴얼"이라 한다)을 작성·운용하고 있다.

[표 23] 재난관리 매뉴얼 체계

구분	내용
① 위기관리 표준매뉴얼 (이하 "표준매뉴얼"이라 한다)	국가적 차원에서 관리가 필요한 재난에 대하여 재난관리 체계와 관계기관의 임무와 역할을 규정한 문서로 **재난관리 주관기관**이 작성
② 위기대응 실무매뉴얼 (이하 "실무매뉴얼"이라 한다)	표준매뉴얼에서 규정하는 기능과 역할에 따라 실제 재난대응에 필요한 조치 사항 및 절차를 규정한 문서로 **재난관리 주관기관과 관계기관**이 작성
③ 현장조치 행동매뉴얼 (이하 "행동매뉴얼"이라 한다)	재난현장에서 임무를 직접 수행하는 기관의 행동조치 절차를 구체적으로 수록한 문서로 **실무매뉴얼 작성기관의 장이 지정한 기관**이 작성

자료: 재난안전법 제34조의5 제1항 재구성

2) 관계법령 및 판단기준

재난안전법 제3조 및 제34조의5 제1항에 따르면 재난관리 주관기관의 장은 재난관리 체계와 관계기관의 임무 등을 규정한 표준매뉴얼을 작성하여야 하고, 재난관리 주관기관의 장과 관계기관의 장은 재난대응에 필요한 조치 사항 및 절차 등을 정한 실무매뉴얼을 수립하면서 행동매뉴얼 작성대상을 지정하도록 되어 있다.

그리고 민자사업자[26]는 재난안전법 제34조의5와 제35조 등에 따라 실무매뉴얼 작성기관으로부터 행동매뉴얼 작성대상 기관으로 지정되면 재난현장에서의

26) 재난안전법 제3조 제5호, 같은 법 시행령 제3조 및 [별표 1의2] 제66호에 따라 재난관리업무를 하는 재난관리책임기관에 해당

행동조치 절차를 구체적으로 작성하여 행동매뉴얼을 수립하여야 하고, 수시로 재난훈련을 실시하여 해당 매뉴얼의 미비점을 개선·보완하여야 한다.

이와 관련하여 국토부는 재난안전법 제34조의5 제1항 및 같은 법 시행령 제3조의2([별표 1의3])에 따라 [표 24]와 같이 자연재난(풍수해, 지진, 산사태, 낙뢰, 폭염)의 관계기관 및 주요상황(도로터널) 재난의 주관기관으로서 각 실무매뉴얼(법정매뉴얼)을 운용하고 있으며, 민자사업자로 하여금 위 분야별 실무매뉴얼과 연계하여 행동매뉴얼을 작성하도록 지정하고 재난안전법 제34조의5 제6항에 따라 재난관리 주관기관(행정안전부, 산림청)으로부터 조정·승인을 받도록 관리하고 있다.

[표 24] 고속도로 재난관리 매뉴얼 수립 및 관리 주체

구분	재난 및 사고유형	재난관리 매뉴얼 작성 기관		
		표준매뉴얼(재난관리 주관기관)	실무매뉴얼(관계기관)	행동매뉴얼
자연재난	풍수해(태풍, 호우, 대설)	행정안전부	국토부	고속도로 관리기관
	지진	행정안전부	국토부	고속도로 관리기관
	산사태	산림청	국토부	고속도로 관리기관
	낙뢰	행정안전부	국토부	고속도로 관리기관
	폭염	행정안전부	국토부	고속도로 관리기관
주요상황	도로터널주)	국토부	국토부	고속도로 관리기관

주: 도로터널의 표준매뉴얼은 재난안전법 제34조의5 제1항 제2호에 따라 실무매뉴얼로 통합 작성·운용
자료: 국토부 제출자료 재구성

한편 국토부는 2015. 2. 11. 인천 영종대교 다중추돌사고를 계기로 “안개상습구간 「도로교통안전 종합대책」”(2015년 3월 관계부처 합동)이 수립(국토부 주관으로 안개대응 실무매뉴얼 제정・전파 등)됨에 따라 안개에 의한 교통사고 발생 시 신속한 사고 수습과 피해 확산 방지를 위해 시정거리가 10m 이하인 경우 차량 통행을 금지 또는 제한할 수 있도록 「도로법 시행령」을 개정하고, 2015년 6월 재난안전법 제34조의5 등에 따라 “안개 교통사고 주요상황 대응 매뉴얼”(국토부

자체 실무매뉴얼)에 위와 같은 시정거리 내용을 포함하여 수립한 후 유관기관(민자사업자 등)으로 하여금 제반 현장 조치사항이 수록된 “현장조치 행동매뉴얼”을 작성하도록 하였다.

따라서 국토부는 민자고속도로에서 재난상황이 발생하였을 때 민자사업자가 매뉴얼에 따라 적시성 있게 대응할 수 있도록 재난관리 매뉴얼의 수립 여부와 재난상황 발생에 따른 현장조치 세부 대응방안 등의 포함 여부를 검토[27]하는 방안을 마련하는 것이 바람직하다.

3) 감사결과 확인된 문제점

이와 관련하여 이번 감사원 감사기간(2021. 1. 25.~3. 12.) 동안 국토부와 18개 민자사업자의 재난관리 매뉴얼 수립 여부 및 적정성을 검토한 결과 국토부가 실무매뉴얼을 작성하면서 18개 민자사업자를 산사태, 낙뢰, 폭염 재난에 대한 행동매뉴얼 작성대상기관으로 정한 후 행동매뉴얼을 수립하도록 통보하였으나, [표 25]와 같이 △△주식회사 등 9개 민자사업자가 낙뢰, ▷▷주식회사 등 8개 민자사업자가 산사태, □□주식회사 등 7개 민자사업자가 폭염 재난[28]에 대한 행동매뉴얼을 수립하지 않고 있는데도 매년 민자도로 운영평가 시 풍수해와 도로터널 재난관리 매뉴얼 작성의 적정성만 검토하고 있었다.

---

27) 민자사업자는 재난안전법 제34조의5와 「민자도로의 유지·관리 및 운영 기준」(국토부 고시) 제14조 및 「민자도로의 운영평가 기준」(국토부 고시) 제6조 등에 따라 자연재난과 사회재난에 대비하여 예방·대비·대응·복구 등에 관한 재난관리 매뉴얼을 수립하여야 하고 위 매뉴얼에는 재난발생에 따른 응급복구 및 교통대책 등 재난대책에 관하여 필요한 사항을 포함하여야 하며, 국토부는 민자도로 운영평가 시 민자사업자별 재난관리 매뉴얼이 적절하게 수립되어 있는지 평가(도로안전성 평가항목)하도록 되어 있음

28) 낙뢰 및 폭염 재난 발생 시 다음과 같은 피해발생이 우려되므로 이에 따른 행동절차를 규정한 매뉴얼 수립
- 낙뢰: 도로시설물 전력 공급 중단, 교량 및 휴게소 등에 화재 발생 우려
- 폭염: 도로 파손 및 변형 등(소성변형, 늘어짐 현상, 교량 신축이음 돌출)으로 안전사고 유발 우려

[표 25] 민자사업자의 행동매뉴얼 수립 현황

연번	민자사업자명	도로 운영기간	법정매뉴얼[1]						자체매뉴얼[1]
			풍수해	지진	산사태[2]	낙뢰	폭염	도로터널	안개
1	□□㈜	'01년 1월~'30년 12월	○	△	×	×	×	○	○
2	△△㈜	'02년 12월~'32년 12월	○	△	○	×	×	○	○
3	▷▷㈜	'06년 2월~'36년 2월	○	△	×	×	×	○	○
4	▽▽㈜	'06년 6월~'56년 6월	○	△	×	×	×	○	○
5	◁◁㈜	'08년 12월~'38년 12월	○	○	×	×	×	○	×
6	◇◇㈜	'09년 8월~'39년 8월	○	○	○	○	○	○	○
7	♡♡㈜	'09년 7월~'39년 6월	○	△	○	×	○	○	○
8	♤♤㈜	'09년 10월~'39년 10월	○	△	작성 제외	○	○	○	○
9	♧♧㈜	'09년 10월~'39년 10월	○	○	○	×	○	○	○
10	☆☆㈜	'13년 3월~'43년 3월	○	△	×	×	×	○	○
11	●●㈜	'16년 4월~'46년 4월	○	○	○	○	○	○	○
12	■■㈜	'16년 11월~'46년 11월	○	△	○	○	○	○	○
13	▲▲㈜	'17년 1월~'47년 1월	○	△	×	×	×	○	×
14	▶▶㈜	'17년 3월~'47년 3월	○	×	×	○	○	○	○
15	▼▼㈜	'17년 6월~'47년 6월	○	○	○	○	○	○	○
16	◀◀㈜	'17년 6월~'47년 6월	○	○	×	○	○	○	○
17	◆◆㈜	'17년 9월~'47년 9월	○	○	○	○	○	○	○
18	&&㈜	'18년 1월~'48년 1월	○	○	작성 제외	○	○	○	×

주: 1. ○: 수립, X: 미수립, △: 매뉴얼을 수립하였으나 지진 발생에 따른 세부 대응방안 마련 미흡
2. 도로가 해상에 위치하고 있는 ㄴ고속도로와 절토사면 위에 산지가 형성되지 않은 ㅉ고속도로의 경우 작성대상에서 제외

자료: 국토부 제출자료 재구성

그리고 국토부는 지진 발생 시 소관시설별 피해현황 등을 파악하도록 하는 지진 재난 실무매뉴얼을 작성하였는데도 18개 민자사업자를 행동매뉴얼 작성대상 기관으로 지정하지 않았다.

이에 따라 ▶▶주식회사는 행동매뉴얼을 수립하지 않고 있었으며, □□주식회사 등 9개 민자사업자는 임의로 국토부의 지진 재난 실무매뉴얼과 관계없이 행동매뉴얼을 수립하면서 다음 도로공사 등의 사례와 같은 세부 대응방안을 포함하지 않고 있었다.[29]

29) 세부 대응방안을 포함하여 행동매뉴얼을 작성한 ◁◁주식회사 등 8개 민자사업자는 도로공사 행동매뉴얼의 내

그런데도 국토부는 그 사실을 확인하지 않는 등 행동매뉴얼이 체계적으로 관리되지 않고 있었다.

지진 발생 시 현장조사 등 세부 대응 계획 수립 사례

○ **도로공사**

■ 지진발생 시 시설물에 미치는 영향을 고려하여 현장조사 시행

- 진도 Ⅳ: 노선 순찰 위주, 필요시 현장조사 병행(지사 주관)
- 진도 Ⅴ: 민간전문가 합동 현장조사 시행(지역본부 주관)
- 진도 Ⅵ 이상: 도로교통연구원 합동 정밀현장조사 시행(본사 주관)

■ 현장조사 범위 기준 설정

- 자동전파시스템 이용: 행정구역별 실측진도(진도 Ⅴ 이상)에 따라 규모별 영향반경(진도기반) 고려
- 자동전파시스템 미이용 시: 지진 규모 및 진도에 따라 비상단계를 3단계로 구분한 후 현장조사 실시

■ 현장조사 주요 확인사항(체크리스트 활용)

- 교량(신축이음, 받침부 등), 터널[갱문(坑門), 옹벽 등], 비탈면(사면, 구조물 등), 옹벽(균열 및 변형 등)

○ **▼▼주식회사**

■ 지진규모별 피해조사 방법

- 규모 2.9 이하(관심): 별도 대응 불필요
- 규모 3.0~3.9(관심): 반경 25㎞ 이내 구간 조사, 조사반 자체구성(운영사)
- 규모 4.0~4.9(주의): 반경 50㎞ 이내 구간 조사, 조사반 자체구성(운영사+법인)
- 규모 5.0 이상(경계, 심각): 반경 100㎞ 이내 구간 조사, 조사반 자체구성+전문업체 의뢰(필요시)

■ 주요 확인사항

- 교량 신축이음 파손, 받침, 단차 및 교대와 거더 단부 밀착 여부
- 차선, 난간방호벽 선형 확인을 통해 수평방향 이동 여부 판단
- 절토사면 낙석, 붕괴 여부 확인

또한 국토부는 “안개 교통사고 대응 매뉴얼”을 수립하면서 □□주식회사 등 10개 민자사업자에 현장조치 행동매뉴얼을 작성하도록 2015. 6. 9. 통보하였으나 ◁◁주식회사는 위 행동매뉴얼을 수립하지 않고 있었고, ●●주식회사 등 8개 민자사업자[30]는 매뉴얼 수립을 통보받지 못함에 따라 자체적으로 행동매뉴얼을 수립하거나 ▲▲주식회사 등 2개 민자사업자[31]는 행동매뉴얼을 수립하지 않고

용을 인용하였거나, 도로공사 지사와 행동매뉴얼을 공동관리(민자사업자와 도로공사 지사가 연계하여 세부 대응 절차 수립)

30) “안개 교통사고 대응 매뉴얼” 최초 통보일(2015. 6. 9.) 이후부터 운영한 ●●주식회사, ■■주식회사, ▲▲주식회사, ▶▶주식회사, ▼▼주식회사, ◀◀주식회사, ◆◆주식회사, &&주식회사의 경우 미통보

31) ▲▲주식회사, &&주식회사는 행동매뉴얼 미수립, 그 외 “안개 교통사고 대응 매뉴얼” 수립을 통보받지 못한 6개 사업자는 자체적으로 매뉴얼 수립

있었다.

이에 따라 향후 민자고속도로에서 재난상황 및 안개 등으로 인한 대형교통사고 발생 시 재난관리 매뉴얼에 따른 신속한 사고 대응이 어려울 가능성이 있다.

관계기관 의견 국토부는 감사결과를 받아들이면서 민자사업자가 재난관리 매뉴얼에 대해 재난관리 주관기관의 장으로부터 지도·감독받을 수 있도록 관리를 강화하고 민자고속도로 운영평가에서 매뉴얼의 적정성을 집중 점검하는 등 비상상황 시 매뉴얼 활용에 문제가 없도록 하겠다고 답변하였다.

조치할 사항 **국토교통부장관**은 민자고속도로 사업시행자가 「재난 및 안전관리 기본법」 제34조의5 및 「민자도로의 유지·관리 및 운영 기준」 제14조 등에 따라 작성하여야 하는 재난관리 매뉴얼의 수립 여부 및 적정성을 민자고속도로 운영평가 시 검토하는 등 관리·감독하는 방안을 마련하시기 바랍니다.**(통보)**

3. 시설물 유지관리 분야

3.1. 실 태

가. 시설물 유지관리 기준

민자사업자는 주요 구조물(교량, 터널 등)에 대하여 시설물안전법 등에 따라 안전점검(정기안전점검, 정밀안전점검, 정밀안전진단, 상태평가)을 실시하고, 국토부는 안전점검 등 유지관리의 적정 이행 여부에 대한 점검을 시행하여 미흡하다고 판단되면 시정을 명할 수 있다.

시설물 관리 시 적용하는 기준으로는 [표 26]과 같이 시설물안전법과 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침」 등이 있다.

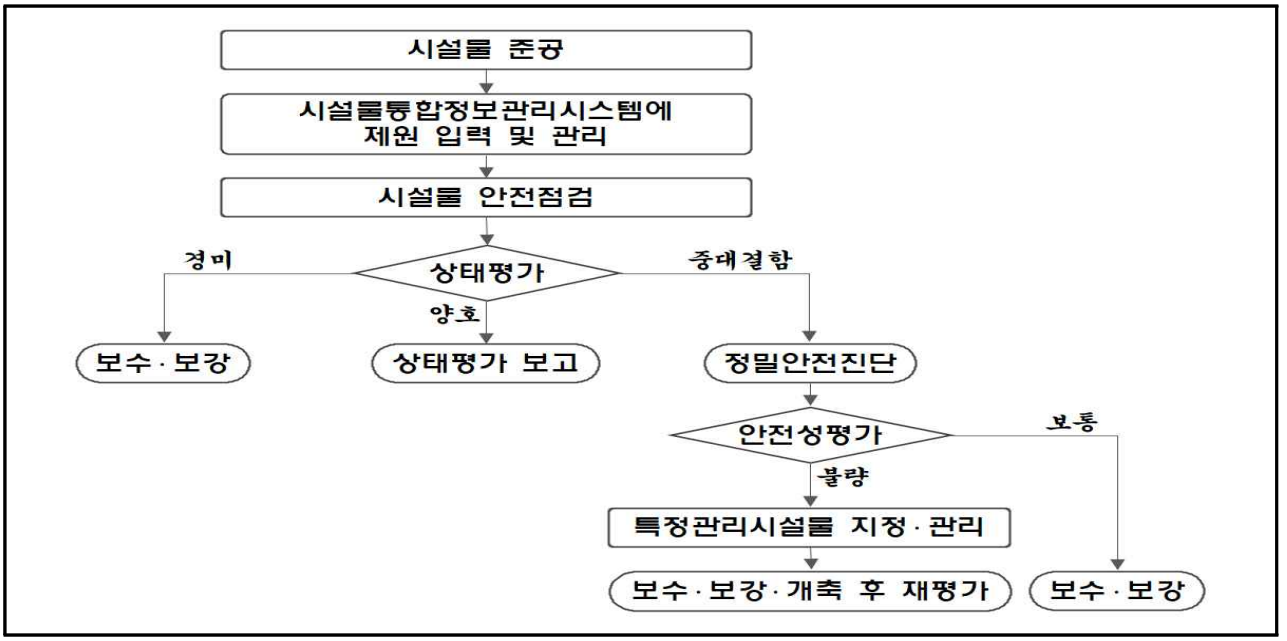
[표 26] 민자도로 유지관리 관련 법령 체계

구분	법령·기준	주요 내용
시설물 유지관리	시설물안전법	■ 시설물 종류, 시설물의 안전점검·안전진단 및 유지관리, 시설물의 보수·보강
	「시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침」 (국토부 고시)	■ 안전점검·진단 등의 실시방법, 절차 등을 규정
터널안전	「도로터널 방재시설 설치 및 관리지침」 (국토부 예규)	■ 터널 내 화재 발생 시 대응을 위한 터널 등급별(연장·위험도) 필수 방재시설 설치기준, 운영기준, 주기적 터널 위험도 평가기준
자연재해 (지진)	「지진·화산재해대책법」	■ 지진·지진해일·화산활동 관측, 예방, 대비 및 대응, 내진대책, 연구개발

자료: 시설물안전법 등

민자사업자는 [그림 11]과 같이 민자고속도로 시설물에 대하여 준공 후 주기적으로 안전점검 등을 실시하여 상태를 관찰하고, 결함이 발생하였을 때에는 보수·보강을 시행하고 있다.

[그림 11] 시설물 유지관리 흐름도



자료: 국토부 제출자료 재구성

나. 시설물의 상태평가 및 안전등급

시설물안전법 대상 시설물은 [표 27]과 같이 안전점검·진단 등을 실시할 때 재료시험 및 외관조사 등을 통해 시설물의 현재 상태를 평가하고, 유지관리에 필요한 안전등급[A(양호)~E(사용금지)[32]]을 지정하도록 되어 있다.

[표 27] 시설물의 상태평가 방법

구분	상태평가 대상 및 방법	비고
정기안전점검	기본시설물 또는 주요부재 종류별로 결함 등 상태평가	-
정밀안전점검	기본시설물 또는 주요부재에 대해 외관조사망도를 작성, 상세히 실시하며, 외관조사망도 미작성 부위를 포함해 시설물 전체에 대한 상태평가 결과 결정	세부부재 및 시설물 전체의 안전등급 산정
정밀안전진단	시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 실시하며, 시설물 전체에 대한 상태평가 결과 결정	세부부재 및 시설물 전체의 안전등급 산정

자료:「시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침」제25조 재구성

32) A등급(양호), B등급(내구성 증진 필요), C등급(내구성, 기능성 저하 방지 필요), D등급(사용제한 검토), E등급(사용금지)

18개 민자고속도로의 시설물안전법 대상 시설물은 [표 28]과 같이 총 1,530개로 교량(859개), 터널(218개), 옹벽(112개), 사면(341개)으로 구분되는데, 이에 대한 안전등급 현황을 보면 B등급이 전체 시설물의 76.5%(1,170개)로 가장 많다.

[표 28] 시설물 종류 및 안전등급 현황

(단위: 개)

안전등급	계	교량			터널(지하차도)			옹벽			사면		
		1종	2종	3종	1종	2종	3종	1종	2종	3종	1종	2종	3종
계	1,530	340	369	150	112	106	-	-	112	-	-	341	-
A	244	15	9	14	49	33	-	-	112	-	-	12	-
B	1,170	324	358	132	63	73	-	-	-	-	-	220	-
C	113	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	108	-
D	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
미지정	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

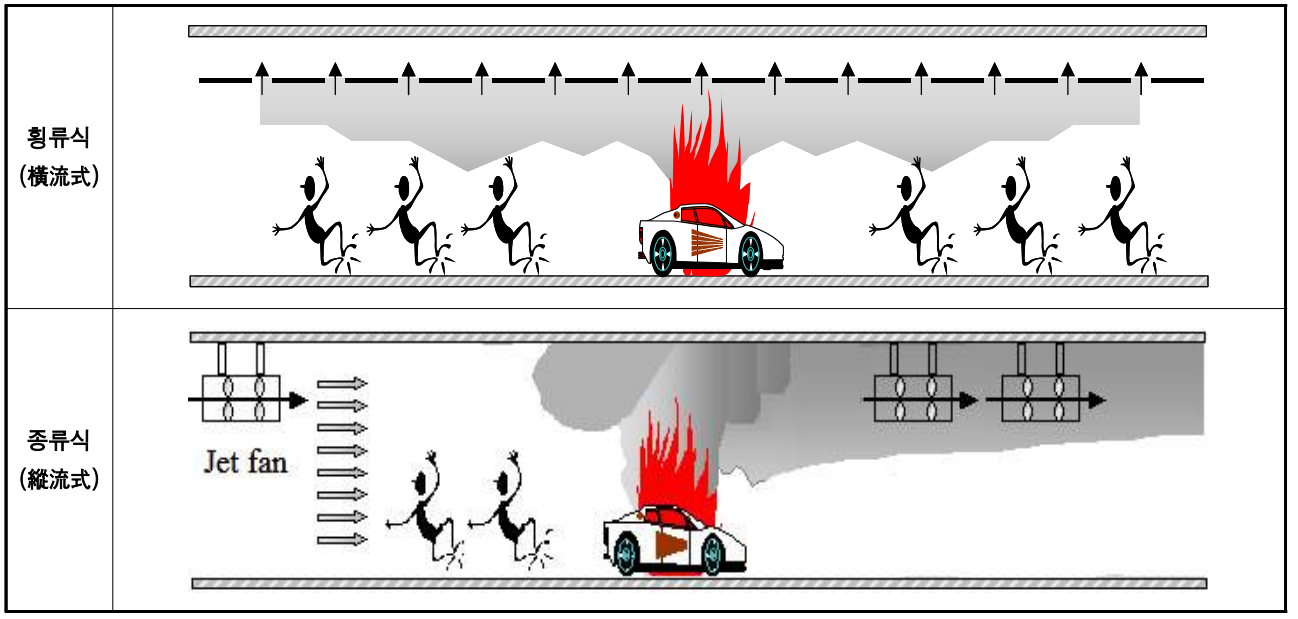
자료: 시설물통합정보관리시스템(FMS) 자료 재구성

다. 터널 제연설비 운영 방식

터널 제연설비는 화재구역으로부터 연기를 배기하거나 대피 반대방향으로 연기 흐름의 이동을 제어하여 화재 초기에 이용자 스스로가 안전을 확보할 수 있도록 하는 가장 중요한 설비이다.

터널 내 화재 발생 시 연기의 배출 방식은 [그림 12]와 같이 연기를 화재공간에서 완전히 제거하는 배연(Smoke Exhaust)을 목적으로 하는 횡류식 또는 반횡류식과 대피 반대방향으로 기류를 제어하여 대피안전을 확보하도록 하는 제연(Smoke Control) 개념의 종류식으로 구분된다.

[그림 12] 터널 내 연기 배출 방식 예시



자료: 국토부 제출자료 재구성

최근 많이 건설되는 상행, 하행 각각 일방으로 설치되는 쌍굴터널의 경우 한쪽 방향으로 대피가 가능하여 열기류의 방향성을 제어하는 종류식이 유리하고, 대면터널(상·하행이 1개의 터널에 설치)의 경우 양쪽 방향으로 대피하도록 하기 위하여 연기를 흡입·제거하는 방식인 횡류식이 유리하며, 도로터널의 대부분은 제트팬을 통한 제연방식인 종류식을 적용하고 있다.

라. 노면표시(차선) 관리 방식

노면표시는 교통안전표지 등 교통안전 시설물과 함께 교통사고 예방, 운전자의 의무, 통행방법 등에 대한 정보를 전달하기 위해 설치한다.

그리고 노면표시는 비, 눈, 먼지 등에 의해 운전자가 식별하기 어려울 수 있고 과적차량 등에 의해 파손될 수 있으므로 설치목적과 기능 그리고 도로조건에 따라 도로표시용 도료, 반사테이프 등을 적용·설치하며 [표 29]와 같이 백색, 황색, 청색을 기본색으로 사용한다.

[표 29] 차선 도색별 의미

구분	의미
백색	동일한 방향의 교통류 분리 및 경계 표시
황색	반대방향의 교통류 분리, 도로이용의 제한 및 지시 표시
청색	지정방향의 교통류 분리 표시

자료:「교통노면표시 설치·관리 매뉴얼」(경찰청) 재구성

3.2. 문제점

- ○○교 양쪽 교량의 교각이 바깥쪽으로 기울어지는 횡방향 변위가 발생하였는데도 2017년 11월 기울어진 상태를 반영하지 않은 채 구조해석을 하고, 그 이후 변위가 증가하는데도 2021년 2월 현재까지 추가로 구조해석을 하지 않고 있음("가항")
- 화재의 발생위치 및 화재 차량 종류에 따른 화재 발생 상황을 가정해 터널 제연설비 운영매뉴얼을 마련 · 운영하여야 하는데도 제트팬이 설치된 43개 터널 모두 화재 발생 상황을 가정하지 않고 운영매뉴얼을 수립("나항")
- 차선 재귀반사성능 기준에 따라 야간에 습윤 기준을 만족하게 시공하여야 하는데도 17개 민자고속도로는 습윤 기준에 미달하는 도료와 유리알로 시공하고 차선 설치 및 하자검사 시 만족여부 미확인("다항")
- 기존 건축물 내진성능평가 방법이 변경되고 건축물 대상이 확대되었는데도 평가방법이 변경된 26개 건축물과 대상이 확대된 12개 건축물에 대한 내진성능평가 계획 미수립("라항")

가 ㄱ고속도로 ○○교 유지관리 부적정

1) 업무 개요

국토부는 민자고속도로 건설사업의 주무관청으로서 2007. 7. 31. "ㄱ고속도로 민간투자사업"의 사업시행자로 ◆◆주식회사(이하 "◆◆법인"이라 한다)를 지정하여 실시협약을 체결하고[33], [그림 13]과 같이 2017. 9. 27. 경기도 ○시부터 경기도 □시까지 연장 21.9㎞의 ㄱ고속도로를 개통하였다.

33) 2010. 3. 19. 실시계획 승인, 2012. 5. 31. 공사 착공 및 2017. 9. 26. 공사 준공

[그림 13] ㄱ 고속도로 노선도

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

그리고 ◆◆법인은 ㄱ고속도로의 민자사업자이자 교량 등 시설물의 관리주체로서 이를 유지관리하고 있다.

2) 관계법령 및 판단기준

가) ○○교와 일체형 방음터널 시공 현황

ㄱ고속도로 노선 중 경기도 ♡시 일원에 시공된 ○○교는 [사진 2] 및 [그림 14]와 같이 연장 530m, 폭 31.84m(왕복 6차로)의 1종 교량으로서, 상·하행(○ 방향, □ 방향) 교량이 바닥판 사이에 20㎜의 간격(종방향 조인트)을 두고 분리되어 시공되었고, 교각(橋脚, Pier, 높이 17~26m)은 한쪽 방향에 12개씩, 양방향에 총 24개가 시공되었다.

[사진 2] ○○교 설치 전경

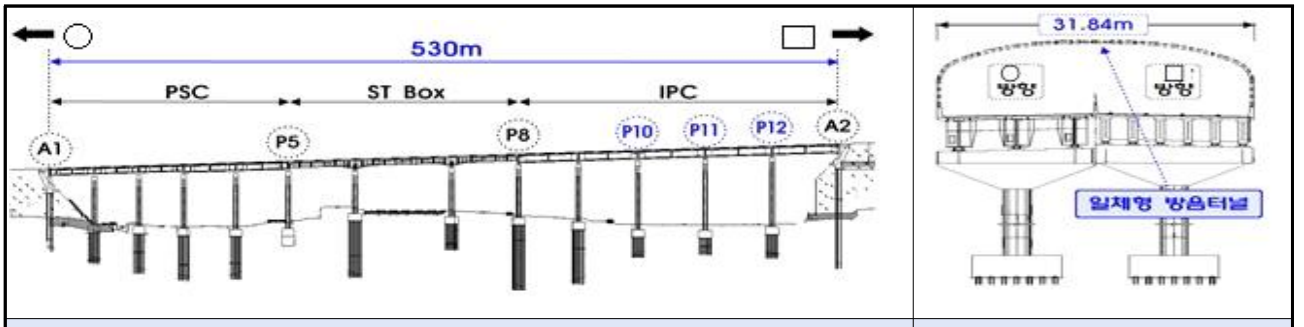
상부

측면

하부

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

[그림 14] ○○교 종단면도 및 횡단면도

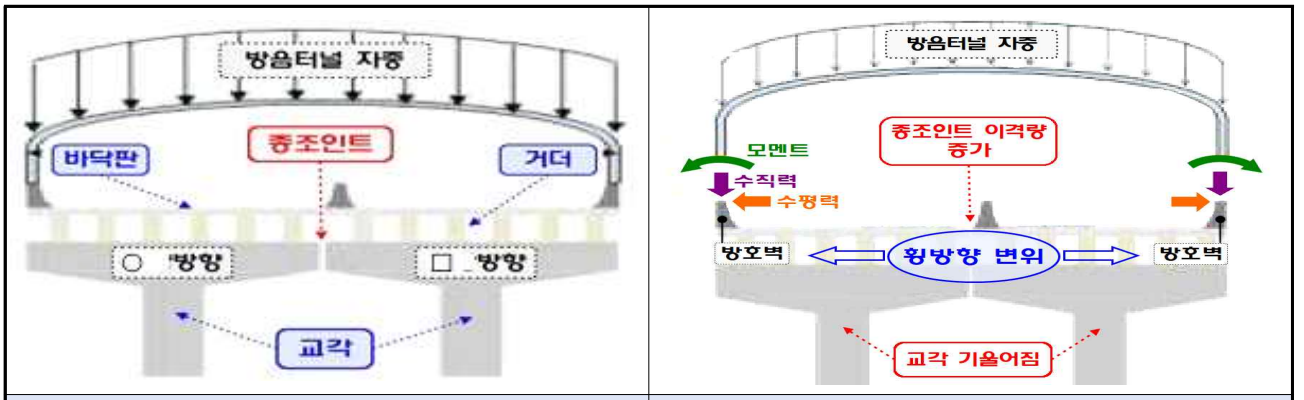


종단면도	횡단면도

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

○○교는 2017년 6월까지 교각, 거더, 바닥판 공사 등이 완료된 후 2017년 7월부터 8월 중순까지 [그림 15]와 같이 양방향 편측(방호벽 상단)에 지지하는 형태로 교량 전체 구간의 상부에 아치 형태의 양방향 일체형 방음터널(이하 "방음터널"이라 한다)이 설치되었는데, 설치 이후 방음터널 자중으로 인하여 교량의 양방향 편측에 수직·수평력과 모멘트하중이 작용함으로써 교각이 외측으로 기울어지고 종조인트 이격량이 증가하는 등 횡방향 변위가 발생하였다.

[그림 15] 방음터널 설치 및 하중 작용 개념도



방음터널 설치 개념도	방음터널 하중 작용 개념도

주: 방음터널의 부재는 H형강이고 창호는 폴리카보네이트(투명판)이며 방음터널 자중에 의해 작용하는 하중은 길이 2.5m당 각각 수직력 22.60kN, 수평력 18.55kN, 모멘트 29.57kN·m임
자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

나) 교각이 기울어진 상태를 반영한 구조해석 등 구조안전성 검토 필요

사용 중인 교량의 교각이 기울어진 경우 기울기의 적정 여부를 판단할 수

있는 별도의 허용기준은 없고, 「도로교 설계기준」(2016년, 국토부) 제7장(하부구조) 7.5.2(사용한계상태)에 따르면 사용한계상태[34]에서의 하중조합[35] 조건으로 교각의 기울어진 상태를 반영하여 구조해석[36]을 실시하는 방법으로 교량의 구조안전성을 검토[37]하도록 되어 있다.[38]

다) ◆◆법인의 유지관리에 대한 국토부의 지도·감독 필요

한편 민간투자법 제45조와 같은 법 시행령 제35조 등에 따르면 국토부는 민자고속도로 시설의 정상적인 운영을 위하여 필요하다고 인정하는 경우 또는 민자사업자가 이용자의 편익을 현저히 저해할 정도로 시설의 유지관리를 소홀히 한다고 판단되는 경우에는 사업시행자의 유지관리업무를 감독하고 감독에 필요한 명령을 할 수 있도록 되어 있다.

그리고 「유료도로법」 제23조의3에 따르면 민자도로사업자는 민자도로의 안전하고 효율적인 관리와 이용자의 편의를 도모하기 위하여 노력하도록 되어 있다.

따라서 ◆◆법인은 ○○교의 교각이 기울어진 경우에는 교각의 기울어진 상태를 반영하여 구조해석을 실시하는 방법으로 구조안전성을 검토하여야 하며 국토부 관하 서울지방국토관리청[39](이하 "서울청"이라 한다)은 ◆◆법인이 위와 같

34) 사용한계상태(Serviceability Limit State)란 균열, 처짐, 피로 등의 사용성에 관한 한계상태로서, 일반적으로 구조물 또는 부재의 특정한 사용 성능에 해당하는 상태이며, 여기서 한계상태(Limit State)란 교량 또는 구성요소가 사용성, 안전성, 내구성의 설계규정을 만족하는 최소한의 상태로서 이 상태를 벗어나면 관련 성능을 만족하지 못하는 한계를 의미하는데 극한상황한계상태, 극한한계상태, 사용한계상태, 피로한계상태 등이 있음

35) 하중조합(combination of actions)이란 서로 다른 하중(고정하중, 활하중, 풍하중, 설하중 등)이 동시에 작용하고 있을 때, 한계상태의 구조적 신뢰성을 검증하는 데 적용하는 하중의 조합을 말함

36) 컴퓨터 프로그램을 사용하여 교각의 기울어진 상태 등 결함 또는 손상이 발생한 구조물의 상태를 정확히 반영하여 3차원으로 모델링한 후 각각의 하중조합에 따른 발생응력과 소요강도 등을 해석적인 방법으로 산정하는 절차

37) 구조물의 구조해석을 통해 산정한 값을 활용하여 안전율(Safety Factor)을 계산하는데 안전율이 1.0 이상이면 구조안전성을 확보하고 있는 것으로 판단함. 교각의 기울어진 상태를 반영하여 3차원 모델링한 후 구조해석을 실시하면 그렇지 않은 경우보다 발생응력과 소요강도 등이 크게 산정되어 안전율이 낮아짐

38) 국토부에서 교각이 기울어진 경우 교량의 구조안전성 검토방법에 관하여 유권해석한 내용[국토부 A-1938호(2021. 3. 5.), 국토부 B-2226호(2021. 3. 15.)]

39) 「국토부와 그 소속기관 직제 시행규칙」(국토부령)이 개정(2017. 12. 29.)됨에 따라 2018. 1. 1.부터 민자도로에 대한 운영·관리 업무를 각 지방국토관리청에서 담당함

은 방법으로 구조안전성을 검토하도록 하는 등 ○○교를 안전하게 유지관리하도록 지도·감독하는 것이 바람직하다.

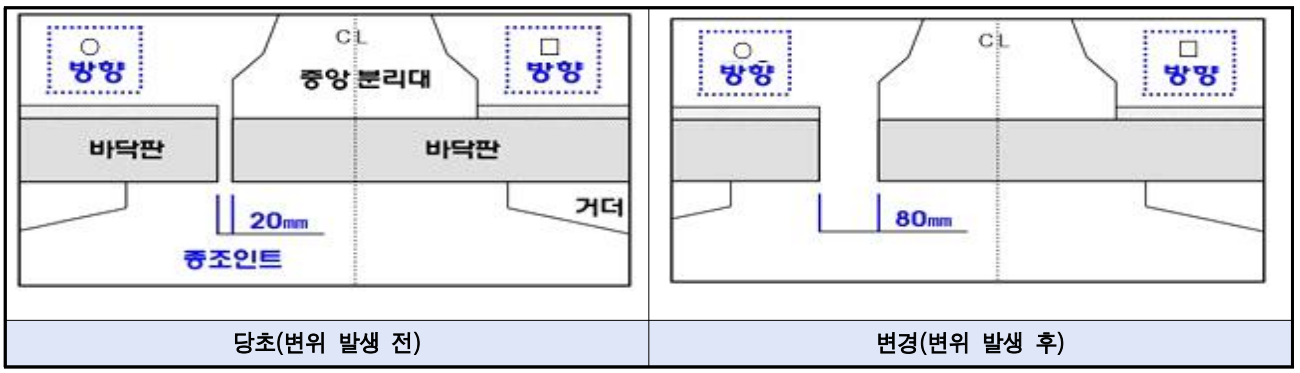
3) 감사결과 확인된 문제점

가) 교각의 기울어진 상태를 반영한 구조안전성 검토 미실시

(1) 횡방향 변위 발생 초기

○○교의 방음터널 설치공사가 종료된 직후인 2017. 8. 18. 교량 전체에서 횡방향 변위가 발생하여 교각이 기울어지고 종방향 조인트 이격량이 증가하였으며 특히 교각 P10(종점 측)의 경우 [그림 16]과 같이 종방향 조인트 이격량이 당초 20㎜(설계도서 및 시공 기준)에서 80㎜로 증가되었다.

[그림 16] 교각 P10(종점 측) 종방향 조인트 이격량 증가 현황(2017년 8월)



주: 2017년 6월 실시한 초기점검 당시(방음터널 설치공사 전)에는 횡방향 변위가 발생하지 않았음
자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

2017. 9. 1. 서울청은 ㄱ고속도로 건설공사 책임감리용역사로부터 ○○교의 횡방향 변위 발생에 대한 보고를 받고 같은 해 9. 4. 관계자[40] 회의를 실시한 후 정밀안전진단을 실시하도록 지시하였다.

그런데도 책임감리용역사는 2017. 9. 11.부터 같은 해 10. 30.까지 시공사를 통해 정밀안전점검[41](이하 "2017년 정밀점검"이라 한다)을 하면서 횡방향 변위가

40) 설계사, 시공사, 책임감리용역사 등
41) 서울청의 지시(정밀안전진단)와 달리 정밀안전점검을 하였으나, 시설물안전법상 정밀안전진단의 기본과업인 '시설물의

가장 크게 발생한 교각 P10부터 교대 A2까지의 구간에 대한 구조해석을 하였으나 교각의 기울어진 상태를 반영하지 않은 채 구조해석을 실시하였다.[42]

또한 서울청은 2017. 11. 23. ◆◆법인으로부터 2017년 정밀점검 보고서를 제출받고도 교각의 기울어진 상태를 반영하여 구조안전성을 검토하도록 지시하지 않았다.

(2) 개통 후 횡방향 변위 증가 및 계측 과정

◆◆법인은 ○○교에 발생된 횡방향 변위의 진행정도 등을 파악할 목적으로 [표 30]과 같이 2017. 9. 11.부터 2020. 7. 24.까지 ○○교의 교각・교대(橋臺)[43] 기울기와 종방향 조인트 이격량 등에 대한 계측을 하여 정기적으로 서울청에 보고하였다.

[표 30] ○○교에 대한 계측 실시 현황

(단위: 개)

구분	계측기간주)	계측 빈도	주요 계측 항목 및 계측기 수량		계측 주관
			교대·교각 기울기	종방향 조인트 이격량	
1년 차 계측	2017. 9. 11.~2018. 9. 28.	1~2회/월	16	16	시공사
2년 차 계측	2019. 9. 15.~2020. 7. 24.		16	10	설계사

주: 1년 차 계측 결과 및 추가 계측 여부에 대한 검토 등의 사유로 2018년 10월부터 2019년 9월 중순까지는 계측을 하지 않았음
자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

○○교의 종방향 조인트 이격량은 1년 차 및 2년 차 계측 기간 동안 [표 31]과 같이 1년 차 계측 종료시점의 교각 P10(종점 측) 종방향 조인트 이격량이 147.7㎜로 측정되는 등 1년 차 계측 종료시점까지 계속하여 증가하였고 이후 2

구조해석 등 구조안전성 평가'를 과업에 추가하여 실시하였음

42) ○○교에 횡방향 변위가 발생하기 전의 상태에 대한 구조해석을 실시하여 바닥판, 거더, 교각 등 교량의 부재별 안전율이 모두 1.0 이상으로서 구조안전성을 확보한 것을 확인하였고, 교량 자중과 방음터널 하중 및 활하중(活荷重, 자동차 등이 교량 위를 이동할 때에 생기는 하중) 등 작용하중에 따라 일정량의 횡방향 변위가 발생하는 것으로 검토됨

43) 교량의 양쪽 끝을 받치는 기둥

년 차 계측 종료시점까지 불규칙한 증감을 반복하였다.

[표 31] 계측 시점별 종방향 조인트 이격량 계측 결과

(단위: ㎜)

구분		방음터널 설치 전 ('17년 6월)	1년 차 계측		2년 차 계측		감사원 감사 시 ('21. 2. 25.)
			시작시점 ('17. 9. 11.)	종료시점 ('18. 9. 28.)	시작시점 ('19. 9. 15.)	종료시점 ('20. 7. 24.)	
교각 P10	종점	20	122.0	147.7	150.0	145.5	150.5
교각 P11	시점		111.0	136.3	133.0	129.0	128.6
	종점		117.0	130.7	120.0	117.9	136.3
교각 P12	시점		85.0	109.3	107.0	103.6	(미측정)
	종점		82.0	109.0	100.0	96.0	120.1
교대 A2			58.0	69.8	69.0	56.6	61.1

주: 횡방향 변위가 가장 크게 발생한 P10~A2 구간에 대한 계측 결과를 분석한 것임
자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

이에 이번 감사원 감사기간 동안 ○○교의 교각 P10부터 교대 A2 구간 5개 지점의 종방향 조인트 이격량을 실측하여 이 측정값과 ◆◆법인이 계측한 값을 함께 비교·분석한 결과, [표 31]과 같이 교각 P10(종점 측) 종방향 조인트 이격량이 150.5㎜로 측정되는 등 5개 지점 중 4개 지점(P10 종점 측, P11 종점 측, P12 종점 측, A2)의 종방향 조인트 이격량이 2년 차 계측 종료시점에 비해 추가로 증가한 것으로 확인[44]되었으며, 이러한 횡방향 변위 증가에 따라 교각[45]도 추가로 기울어졌다.

그런데도 ◆◆법인은 계측(1년 차, 2년 차)을 하면서 위와 같이 ○○교 교각의 기울어진 정도가 증가하고 있고 종방향 조인트 이격량이 증가하고 있는 것을 확인하고도 교각의 기울어진 상태를 반영한 구조안전성 검토를 하지 않았고, 서울청도 이에 대한 지시를 하지 않았다.

44) 이격된 종방향 조인트 부위에는 각종 이물질 등이 교량 하부로 낙하하는 것을 방지하고자 철판으로 덮어둔 상태임
45) 교각의 기울기 계측 결과는 "3)-나)항"에 기재

나) 교각 기울기 관련 자체 허용기준 미충족

한편 ◆◆법인은 교각의 기울기를 계측하면서 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(건축물 편)」(국토부) [표 6.30] “건축물의 기울기에 대한 상태평가 기준”에 규정된 기울기 값 “0.1145°”[46]를 ○○교 교각의 기울기에 대한 자체 허용기준으로 설정하고 이를 적용하여 계측 결과를 관리하였다.[47]

그런데 ◆◆법인은 각각 1년 차 계측과 2년 차 계측을 하면서 교각이 이미 기울어진 상태를 반영하여 계측값 전체를 누적하지 않고, 매회 계측 기간마다의[48] 기울기 값이 모두 허용기준(0.1145도) 이내로 측정되자 교각의 상태를 양호하다고 판단하였다.

이에 이번 감사에서 교각 P10~P12에 대한 1년 차 계측 시작시점의 기울기와 1년 차 계측 기간 및 2년 차 계측 기간의 기울기 변화량을 누적하여 분석한 결과, [표 32]와 같이 ○방향 교각 P12와 P10의 누적 기울기 값이 각각 0.150도와 0.118도로서 허용기준으로 정한 0.1145도를 초과한 것으로 확인되는 등 교각이 불안전한 상태인 것으로 판단되었다.[49]

---

46) 구조물의 균열발생 한계에 해당하는 기울기 값임(기울기 비율 1/500의 각도 값≒0.1145°)
47) 교량(교각)의 하중 재하조건과 기초형식 및 지반조건 등이 건축물과 다르므로 건축물 적용 기준을 적용하는 것이 적정한 방법은 아니지만 구조안전성을 간접적으로 확인하기 위해 자체 허용기준으로 정한 것임
48) 매회 계측을 시작할 때 계측 초기 값을 모두 “0”으로 설정하고 이미 기울어진 상태를 계측값에 누적하지 않음
49) 교각 P12의 경우 2년 차 계측 종료시점(2020년 7월)에 비해 2021년 2월에 24.1㎜(=120.1-96.0)의 추가 횡방향 변위가 발생한 것으로 보아([표 31] 참고) 누적 기울기 값은 더욱 커졌을 것으로 추정됨

[표 32] 교각 P10~P12의 기울기 값 누적 결과

(단위: °)

교각	방향	1년 차 계측 시작시점('17년 9월) 기울기[1](A)	1년 차 계측 기간 ('17년 9월~ '18년 9월) 기울기 변화량(B)	2년 차 계측 기간 ('19년 9월~ '20년 7월) 기울기 변화량(C)	누적 기울기[2] (A+B+C)	허용기준 판단[3]
P10	○	0.035[3]	0.008	0.075	**0.118**	초과
	□	-0.139	-0.002	0.050	-0.091	-
P11	○	0.066	-0.013	0.055	0.108	-
	□	-0.069	0.009	-0.005	-0.065	-
P12	○	0.067	0.003	0.080	**0.150**	초과
	□	-0.010	0.018	-0.005	0.003	-

주: 1. 2017년 정밀점검 시 교각 P10, P11, P12에 대하여 측량한 수직도 값을 기울기로 환산함
2. 1년 차 계측 종료시점과 2년 차 계측 시작시점의 종방향 조인트 이격량이 유사하므로 교각 기울기도 동일하다는 전제하에 각 시점의 기울기 값을 합산함
3. 교각이 교량의 외측으로 기울어진 경우 ○ 방향 교각은 "+", □ 방향 교각은 "-"로 표시하였고, 이에 따라 허용기준 판단 시 누적 기울기 값의 절댓값과 허용기준(0.1145°)을 비교하여야 함

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

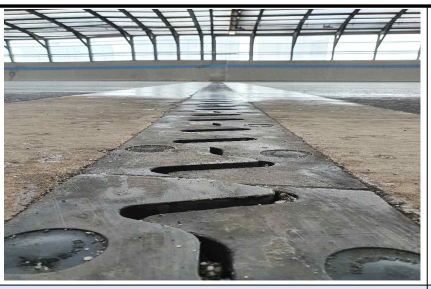
다) 감사원 감사 시 현장 점검한 ○○교의 결함

이번 감사원 감사기간 동안 ○○교를 현장 점검한 결과, ○ 방향 교대 A2 신축이음장치[50]의 경우 [사진 3]과 같이 강핑거(Steel Finger)[51] 부분이 횡방향으로 협착됨과 동시에 들어 올려져 단차[52]가 발생(2.53㎜)한 것으로 확인되었는데, 이는 구조물의 횡방향 변위 발생 및 증가에 따라 신축이음장치에 횡방향으로 과도한 하중이 작용하고 있는 것으로 판단되며 향후 신축이음장치에 파손[53]이 발생할 가능성이 있었다.

50) 교량 상부구조(바닥판, 거더 등)의 온도변화 등에 의한 신축량을 수용하고 이음부의 평탄성을 유지시킬 목적으로 교량 연결부에 설치하는 장치
51) 신축이음장치 본체에 설치하는 손가락 모양의 강재를 말하며, 교량 상부구조가 신축할 때 강핑거 사이의 간격이 좁아지거나 넓어지면서 신축량을 수용함
52) 신축이음장치의 핑거 부분은 평평한 상태로 유지관리되어야 하며, 강핑거의 단차가 커질 경우 즉, 강핑거가 솟을 경우에는 차량 타이어 파손 등의 사고가 발생할 우려가 있음
53) 시설물안전법 제22조 제2항 및 같은 법 시행령 제18조 제2항에 따라 시설물을 이용하는 공중의 안전에 영향을 미치는 것으로 인정되는 결함임

[사진 3] ○ 방향 교대 A2 신축이음장치에 발생한 결함

횡방향 협착



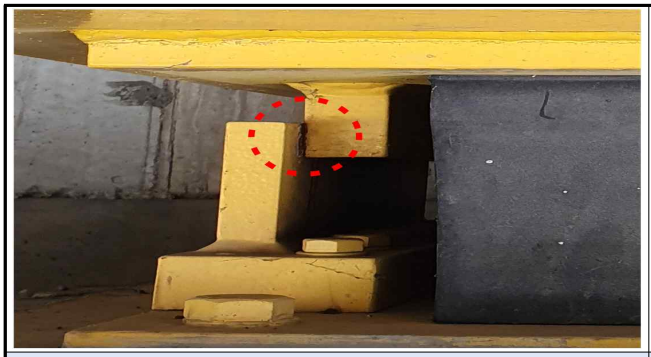
단차 발생

단차 크기(2.53㎜)

주: □ 방향 교대 A2 신축이음장치의 경우 횡방향으로 협착되어 있으나 단차는 발생하지 않았음
자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

또한 교량받침[54](3개소, ○ 방향 A2-SH5 및 P10-SH5, □ 방향 P10-SH2)의 경우 [사진 4]와 같이 이동제한키[55]가 밀착된 부위의 도장이 벗겨졌고 이 부분에 부식이 진행된 것이 확인되었는데 이는 구조물의 횡방향 변위 발생 및 증가에 따라 교량받침에 횡방향으로 과도한 하중이 작용하여 이동제한키가 밀착되었고 이동제한키가 강하게 밀착된 상태로 거더 등 교량 상부구조가 교축 방향으로 신축함에 따라 발생한 결함으로 판단되며 향후 교량받침에 파손[56]이 발생할 가능성이 있었다.

[사진 4] 교량받침 이동제한키 밀착 등의 결함



○ 방향 교대 A2-SH5

□ 방향 교각 P10-SH2

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

54) 교량의 상부구조를 지지하면서 완충기능을 통해 상부구조의 하중이 하부구조에 직접 전달되지 않도록 하는 장치로 탄성패드와 이동제한키 등으로 구성됨
55) 교축직각방향으로 일정량 이상의 이동을 제한하기 위해 교량받침의 상·하부판에 쐐기 형태로 각각 설치하였으며 이동제한키 간의 간격은 14㎜임
56) 시설물안전법 제22조 제1항 및 같은 법 시행령 제18조 제1항에 따라 시설물의 구조안전에 중대한 영향을 미치는 것으로 인정되는 결함임

이와 같이 ○○교에 방음터널 설치로 인하여 횡방향 변위가 발생한 이후 교각의 기울어진 상태를 반영한 구조안전성 검토 및 이에 따른 보수·보강공사 등이 실시되지 않은 채 불안전한 상태로 관리되고 있고, 향후 교각과 신축이음장치 및 교량받침 등에 발생한 결함이 심화되어 교량의 안전성이 더욱 저하될 우려가 있다.

관계기관 의견 서울청은 감사결과를 받아들이면서 ◆◆법인에 방음터널 설치로 인하여 ○○교에 발생한 교각의 기울어진 상태를 반영한 구조해석 등 구조안전성 검토를 하도록 하고 그 결과에 따라 조속히 보수·보강공사를 실시할 수 있도록 적극적으로 지도·감독하겠다고 답변하였다.

조치할 사항 **서울지방국토관리청장**은 ㄱ고속도로 ○○교에 대하여 교각의 기울어진 상태를 반영한 구조해석 등 구조안전성 검토를 하고 그 결과에 따라 조속히 보수·보강공사를 실시하도록 하는 방안을 마련하시기 바랍니다.(**통보**)

나 터널 제연설비 운영 부적정

1) 업무 개요

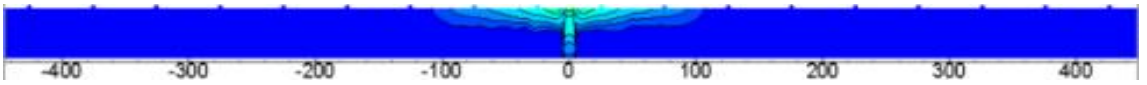
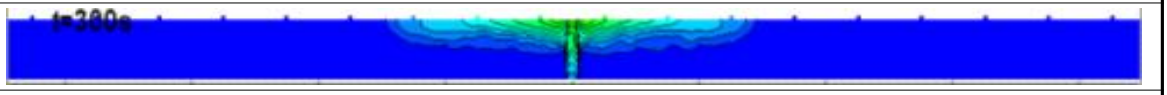
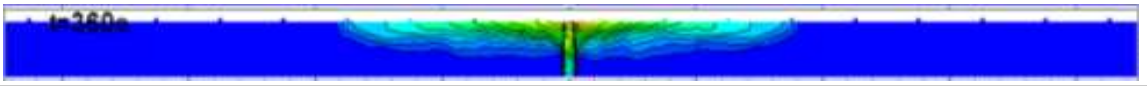
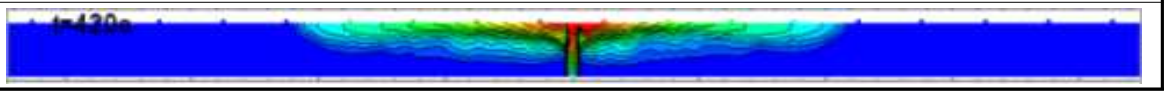
국토부는「유료도로법」제23조의2 등에 따라 민자사업자로 하여금 방재관리지침을 준수하여 터널 내 제연설비 운영매뉴얼을 제정·운영하는지 지도·감독하고 있다.

2) 관계법령 및 판단기준

가) 도로터널 화재의 특성

도로터널은 차량이 통행하는 제한된 공간으로 반밀폐 구조를 가지고 있어 차량 고장이나 사고 등으로 인한 화재 발생 시 연기(고체·액체 상태의 미립자), 유독가스(일산화탄소, 질소산화물 등) 등이 열기류(熱氣流)에 의해 터널 상층부로 상승하여 [그림 17]과 같이 층을 이루어 종방향으로 점차 확산되면서 연기로 인한 가시거리 감소, 유독가스에 의한 중독, 온도 상승으로 인한 화상, 산소 농도의 감소로 인한 저산소증 등을 일으킬 수 있다.

[그림 17] 시간별 성층화 진행 추이

시간	연기 확산 추이
4분 경과	
5분 경과	
6분 경과	
7분 경과	

자료: 국토부 제출자료 재구성

그러므로 도로터널 화재 발생 초기에 차량 탑승자들이 연기 등의 피해를 입지 않도록 신속하고 안전하게 터널 입·출구나 인근 피난공간[57] 등으로 탈출할 수 있는 대피환경이 유지되어야 한다.

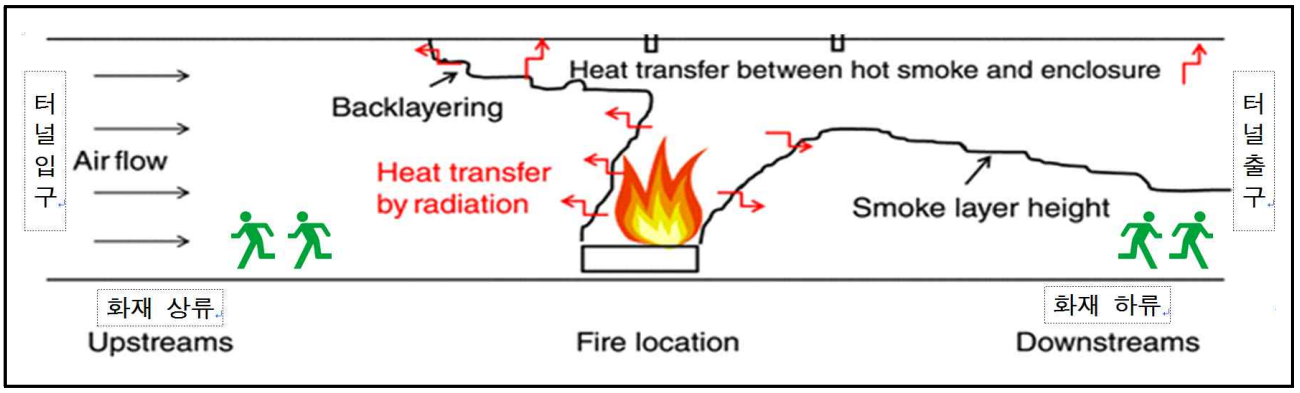
나) 도로터널 제연설비의 기능

[그림 18]과 같이 도로터널 내에서 화재 발생 시 화재지점 뒤쪽(화재 상류지역)은 탑승자들이 터널 입구 방향(또는 인근 피난공간)으로 대피할 수 있게 연

57) 일방통행 터널인 경우 상대터널로 연결되는 피난연결통로, 본선터널과는 별도로 종방향으로 굴착하여 만드는 피난대피터널, 도로터널 안쪽에 칸막이벽 형태로 설치하는 격벽분리형 피난대피통로 등이 있음

기 등이 화재지점 뒤쪽으로 역류(逆流, Backlayering)하지 않고 차량 주행방향으로 이동하도록 하여야 하며, 화재지점 앞쪽(화재 하류 지역)은 차량의 탑승자들이 터널 출구 방향(또는 인근 피난공간)으로 대피할 때 가시거리를 확보할 수 있게 연기 등이 교란되지 않고 터널 상층부에서 층을 형성(成層化)하여 이동되도록 하여야 한다.

[그림 18] 도로터널 화재 시 대피환경 확보 방안

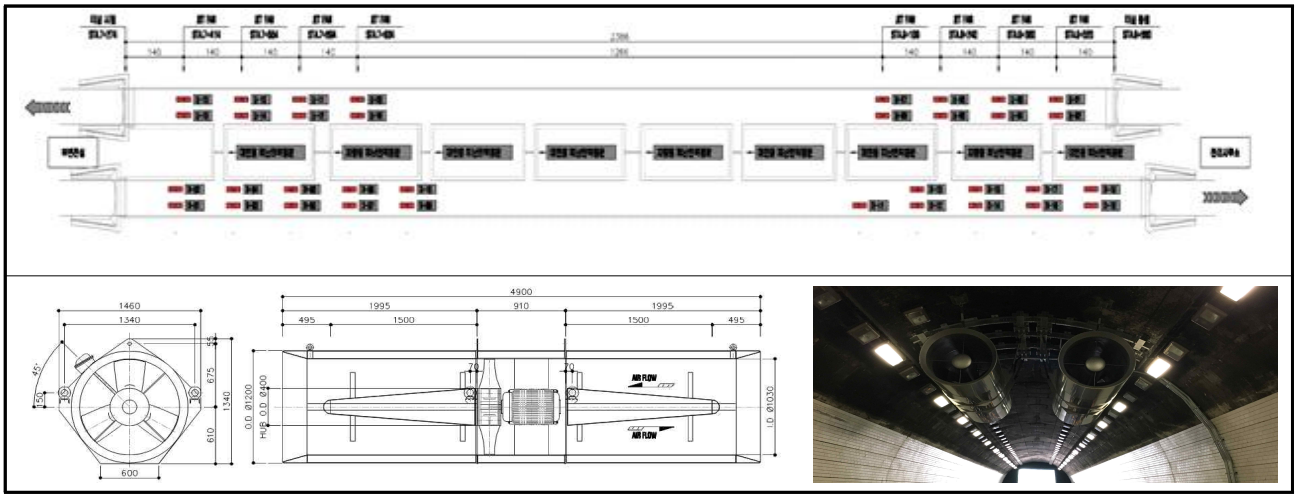


자료: 국토부 제출자료 재구성

이와 같이 화재 발생 시 연기 등이 성층화를 유지하면서 역류현상을 억제하는 차량 진행방향의 풍속을 임계풍속(Critical Velocity)이라 하고, 임계풍속을 유지할 수 있도록 [그림 19]와 같이 제트팬 등 제연설비[58]를 터널 입구부, 출구부 또는 중앙부 등에 설치하여 압입운전(화재지점 뒤쪽에서 가동), 흡입운전(화재지점 앞쪽에서 가동) 등으로 가동한다.

58) 화재 시 환기방식은 연기의 이동방향을 제어하는 제연(制煙, smoke control)과 연기를 배출하는 배연(排煙, smoke exhaust)로 구분되며, 제연을 위한 종방향 환기를 위해 제트팬을 설치하고 배연을 위한 횡방향 환기를 위해 덕트와 흡기구, 배기구 등을 설치함

[그림 19] 제트팬 설치 단면



주: ㅂㅋ도로의 경우 각 방향의 일방통행 터널(◁, ◇ 방향)에 제트팬(적색 부분)을 입구부 및 출구부에 복렬로 140m 간격으로 설치(19대, 16대)하고, 250m 간격으로 피난연결통로를 설치함
자료: 국토부 제출자료 재구성

다) 도로터널 제연설비 관련 규정

방재관리지침에 따르면 방재등급 2등급[59] 이상 터널의 경우 제연설비(제트팬)를 설치하여 터널 내에서 화재 발생 시 터널 내 연기 등의 방향을 제어하여 운전자들의 대피환경을 확보하도록 하고 있다.

(1) 제연설비를 임계풍속으로 가동 유지

방재관리지침 6.1.2에 따르면 화재 발생 초기(약 10~15분)에는 대피환경의 확보를 목표로 제연설비를 수동조작하여 제연풍속을 임계풍속에 맞추어 가동함으로써 대피자가 존재하지 않는 방향으로 연기류를 성층화하여 대피하는 데 방해가 되지 않게 환기계획을 세우도록 하고 있다.

임계풍속은 [표 33]과 같이 화재차량의 종류에 따른 화재강도, 터널의 높이, 형상, 단면적, 경사도 등 터널 제원 등에 따라 결정된다.

59) 터널 방재등급은 터널 연장을 기준(1등급 3.0㎞ 이상, 2등급 1.0~3.0㎞, 3등급 0.5~1.0㎞)으로 하거나 교통량 등 터널의 제반 위험인자를 고려한 위험도 지수를 기준으로 결정

[표 33] 화재차량의 종류에 따른 화재강도 및 연기발생량

(단위: MW, ㎥/s)

구분	승용차	버스	트럭	탱크로리
화재강도	5 이하	20	30	100
연기발생량	20	60~80	80	200

자료: 방재관리지침

(2) 화재차량의 종류 및 화재의 위치에 따라 제연설비 운영

방재관리지침 6.1.4에 따르면 위 환기계획이 제대로 실현될 수 있도록 실제로 발생할 수 있는 화재차량의 종류 및 화재의 위치[60]를 달리하여 상정한 화재 발생 시나리오에 따라 터널의 제연방식 및 터널의 특성에 맞는 제연설비 운영매뉴얼을 작성·비치하여 실제 화재 발생 시 그에 따라 제트팬을 운영하도록 하고 있다.

화재차량의 종류에 대해서는 화재 초기에 차량 주행방향으로 임계풍속을 유지하여 제트팬을 운전(일방통행 터널의 비정체 시[61])하기 위해서는 화재차량의 종류(터널 제원은 동일)에 따른 임계풍속을 사전에 정해야 하고, 이에 따라 임계풍속 도달 시 제트팬을 추가로 가동하지 않아야 한다.[62]

화재의 위치에 대해서는 화재 지점에 근접한 제트팬은 성층화를 교란하지 않도록 가동하지 않고, 연기가 터널 출구부 쪽으로 성층화된 상태로 빠질 수 있도록 출구부의 제트팬을 우선 가동하여 화재터널의 압력이 부압(負壓, 대기압 이하)으로 낮아져 연기가 흡입될 수 있도록 규정되어 있으므로 [그림 20]과 같이 화재가 발생하는 위치를 터널 입구부, 중앙부, 출구부 등으로 구분하여 이에 따

60) 화재의 위치는 먼저 작동시켜야 할 제트팬과 나중에 작동시켜야 할 제트팬을 구분하고 특히 화재 주변의 제트팬은 작동을 시켜서는 아니 되는 점 때문에 화재위치별 가동방식이 달라지며, 화재차량의 종류는 승용차, 버스, 트럭, 또는 탱크로리인지에 따라 화재강도와 연기발생량이 달라지기 때문에 그에 대응하는 임계풍속이 달라져 제트팬의 가동속도에 영향을 주게 됨

61) 일방통행 터널의 비정체 시에는 화재 초기에 제트팬을 가동하여 연기를 제어하여야 하지만, 대면통행 터널 및 일방통행 터널의 정체 시에는 화재 초기에 연기의 성층화를 교란하지 않도록 제트팬 가동을 정지하여야 함

62) 임계풍속보다 과도하게 제트팬을 가동할 경우 공기가 공급되어 화재를 크게 성장시킬 수 있음

른 제트팬 운전조건(제트팬 가동순서 등)을 설정하여야 한다.

[그림 20] 터널 화재의 위치에 따른 제트팬 운전(가동순서) 예시

터널 입구부 화재 발생 시	터널 중앙부 화재 발생 시	터널 출구부 화재 발생 시

자료: 방재관리지침 재구성

그리고 일방통행 터널(상행, 하행)이 서로 떨어져 2개로 설치(쌍굴터널)된 경우 화재가 발생한 터널에서 피난연결통로를 통해 상대터널로 대피할 때 연기가 피난연결통로와 상대터널로 유입되지 않게 상대터널의 압력을 양압(陽壓, 대기압 이상)으로 만들기 위하여 상대터널의 제트팬은 가압운전모드[63]로 운전하도록 제트팬 운전조건을 설정하여야 한다.

또한 방재관리지침 2.1.5(5)에 따르면 터널 화재 시 제트팬을 효과적으로 운영할 수 있도록 터널 운영자에 대한 교육 또는 역량진단을 정기적으로 실시할 수 있도록 하고 있다.

따라서 국토부는 터널관리주체인 민자사업자가 민자고속도로의 소관 터널 특성에 맞게 화재의 위치 및 화재차량의 종류에 따른 제트팬 운전조건을 제연설비 운영매뉴얼에 설정하고 터널관리 현장에 비치하여 제트팬 운전 담당자가 화재 발생 시 이에 따라 제트팬을 운영할 수 있도록 지도·감독을 하여야 한다.

3) 감사결과 확인된 문제점

63) 제트팬은 차량 주행방향으로 가동하는 정운전 방식과 반대방향으로 가동하는 역운전 방식의 양방향이 가능한데, 터널 입구부의 제트팬은 차량 주행방향으로 가동(정운전)하고 터널 출구부의 제트팬은 반대방향으로 가동(역운전)하여 입구·출구부 제트팬을 터널 안쪽으로 가동하면 터널 내 가압상태가 되어 쌍굴터널, 피난대피터널 및 격벽분리형 대피통로 등의 안전지역 압력을 화재터널보다 높게 유지하여 화재터널에서 발생한 연기가 상대터널로 유입되는 것을 방지하기 위한 운전모드를 말함

그런데 이번 감사원 감사기간 동안 민자고속도로(18개) 터널 중에서 제트팬이 설치된 43개 터널에 대하여 방재관리지침에 따른 제연설비 운영매뉴얼을 검토한 결과, [별표 7] “민자고속도로 터널 제연설비 현황”과 같이 화재의 위치와 관련하여 차령터널 등 43개 터널 모두 화재의 위치에 따른 운전조건을 설정하지 않았고, 화재차량의 종류에 따라 화재강도가 달라지므로 임계풍속도 다르게 설정하여야 하는데도 43개 터널 모두 이에 따른 운전조건을 설정하지 않고 있었다.

이에 따라 민자고속도로의 소관 터널 특성에 맞게 화재의 위치 및 화재차량의 종류에 따른 제트팬 운전조건이 마련되지 않아 화재 발생 시 제트팬의 오작동 또는 과도한 작동으로 인하여 화재차량 전후방에 있는 대피자가 대피하기가 곤란해지거나 추가 사고를 발생시킬 가능성이 있다.

관계기관 의견 국토부는 감사결과를 받아들이면서 민자사업자로 하여금 화재 발생 시나리오를 마련하여 그에 따라 제연설비 운영매뉴얼을 구비하도록 지도·감독하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 **국토교통부장관**은 민자고속도로 터널의 특성에 맞게 화재의 위치 및 화재차량의 종류에 따른 화재 발생 시나리오를 설정하여 제연설비 운영매뉴얼을 수립함으로써 화재 발생 시 그에 따라 제연설비를 운영할 수 있도록 지도·감독을 강화하는 방안을 마련하시기 바랍니다.**(통보)**

다 차선 재귀반사성능 유지관리 부적정

1) 업무 개요

국토부는 민간투자법 제45조 등에 따라 민자사업자가 민자고속도로 차선의 재귀반사성능을 유지관리하는 데 대해 지도·감독하고 있다.

차선은「도로교통법」제4조 제1항 및 같은 법 시행규칙 제8조 제1항 제5호에 따른 교통안전시설[64]인 노면표시 중 가장 기본이 되는 시설로서 도로교통의 안전을 위해 각종 주의·규제·지시 등의 내용을 선으로 도로 이용자에게 알려주는 중요한 기능을 하고 있다.

2) 관계법령 및 판단기준

가) 재귀반사성능이 필요한 차선 도색의 설치재료

차선의 시인성(視認性)은 야간 및 우천 시에도 차량 전조등 불빛이 반사되어 운전자가 식별할 수 있도록 하는 차선의 재귀반사(再歸反射, Retro-reflection)성능으로 측정하는데, 차선의 재귀반사성능[65]이란 [그림 21]과 같이 자동차 전조등으로부터 조사(照射)된 빛이 도로 표지 도료용 유리알에 입사되고 유리알 내부에서 굴절(반사광선)하여 다시 광원으로 돌아가는 양의 정도로 측정한다.

---

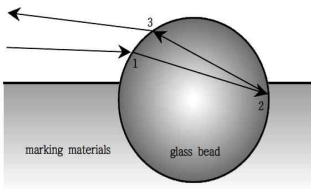
64) 교통안전시설은 도로교통의 안전과 원활한 소통을 확보하기 위한 신호기, 신호등, 안전표지로 구성되고, 안전표지는 삼각형・원형 등의 표지판(속도제한, 위험, 직진・우회전 등)과 노면표시로 나뉨

65) cd/(㎡·lx)의 단위를 사용하는데, lx(lux, 럭스)는 빛이 균등하게 입사했을 때의 조명도이고 cd(candela, 칸델라)는 광원의 밝기를 나타내는 광도(크기에 따라 milli를 붙여 mcd로 사용)이며 단위 면적당 빛이 입사(lx)하여 방출되는 밝기를 나타냄

[그림 21] 차선의 재귀반사성능

차선에 재귀반사성능이 없는 경우

차선에 재귀반사성능이 있는 경우



유리알의 재귀반사성능

자료: “2019년 도로 노면표시 상태 조사 및 분석” 연구용역(서울특별시, 2020년 5월) 결과 재구성

재귀반사성능이 필요한 차선은 [표 34]와 같이 노면 표시용 도료(2, 4, 5종을 적용)에 재귀반사성능을 갖는 도로 표지 도료용 유리알[66](건조상태에서는 굴절률별로 1~4호, 물잠김 상태에서는 재귀반사성능에 따라 물잠김 상태 1호 및 물잠김 상태 2호로 구분)을 살포하여 시공[67]한다.

[표 34] 차선 도색의 설치재료

구분	노면 표시용 도료	도로 표지 도료용 유리알	
기능	아크릴 수지 등을 용제에 용해하거나 분말 형태의 재료로서 유리알을 부착하는 기능이 있음	차선 위에 50~60% 묻힌 상태로 설치되어 자동차 전조등에서 조사되는 빛을 재귀반사하는 기능이 있음[입도(size): 106㎛~1.7㎜]	
종류	▪ 2종(수용성): 아크릴 수지 등을 물에 용해한 수성 페인트. 양생시간이 길고 공사비 저렴 ▪ 4종(융착식): 분말 형태의 아크릴 수지(Thermoplastic)를 200℃의 열로 가열하여 도막 형성. 양생시간이 짧음 ▪ 5종(상온경화형): 분말 형태의 아크릴 수지(Cold plastic)를 열(200℃)로 가열하여 도막 형성. 양생시간이 짧고 내구성이 좋음	▪ 일반(건조상태로 시험) - 1호: 굴절률 1.50 이상 1.64 미만 - 2호: 굴절률 1.64 이상 1.80 미만 - 3호: 굴절률 1.80 이상, 재귀반사성능 18cd/(㎡·lx) 미만 - 4호: 굴절률 1.80 이상, 재귀반사성능 18cd/(㎡·lx) 이상	▪ 물잠김(습윤상태로 시험) - 1호: 재귀반사성능 2~5cd/(㎡·lx) (굴절률 1.9) - 2호: 재귀반사성능 5cd/(㎡·lx) 이상 (굴절률 2.4)
기준	KS M 6080	KS L 2521	

주: 1. KS M 6080에 따르면 노면 표지용 도료는 성상과 시공 방법의 차이에 따라 1종(상온 건조형 도료), 2종(수용성형 도료), 3종(가열형 도료), 4종(융착식 플라스틱 도료), 5종(상온 경화형 플라스틱 도료) 등 5종류로 나누나 재귀반사성능이 요구되는 도료는 2종, 4종, 5종을 적용
2. 굴절률[sin(입사각)÷sin(굴절각)]은 빛이 진공에서 물질로 입사하여 굴절하는 정도로서 굴절률이 클수록 많이 굴절됨

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

66) 유리알은 유리 조각을 분쇄한 후 가열하여 제조(굴절률 1.5 정도)하거나 액체 형태로 녹인 유리를 분무하는 등으로 제조함

67) 차선 도색 장비에 따라 기계식은 유리알을 압입하고, 수동식은 유리알을 낙하시켜 살포함

차선의 설치재료 중 유리알의 경우 굴절률이 차선의 재귀반사성능에 가장 중요한 영향을 미치는데 최근 심화된 운전자의 노령화에 대응하여 야간 시인성을 향상시켜야 하고 특히 우천 시에는 빛이 유리알 표면에 형성된 수막을 거쳐 유리알에 입사되면 굴절률이 낮아져[68] 재귀반사성능이 줄어들기[습윤(濕潤)상태 측정값은 건조상태 측정값의 46%)] 때문에 교통안전을 위하여 굴절률이 1.5~1.64인 일반 1호 유리알보다 굴절률이 높은 유리알을 사용할 필요성이 높아지고 있다.

도료의 경우 시일이 경과함에 따라 부착된 유리알이 탈리(脫離)되는 등으로 인해 재귀반사성능이 감소하는데 도로공사의 "차선도색 추적조사 및 성능향상 방안 검토용역"(2016년 12월) 결과에 따르면 [표 35]와 같이 내구성이 우수한 5종 도료(일반 2호 유리알 사용)를 사용한 차선은 2종 도료(일반 2호 유리알 사용)를 사용한 차선에 비해 재귀반사성능이 우수하고 감소속도가 상대적으로 느리다.

[표 35] 설치재료별 재귀반사성능

[단위: mcd/(㎡·lx)]

구분		길가장자리구역선(백색)		중앙선(황색)		구분선(백색)		평균	
		2종 도료	5종 도료	2종 도료	5종 도료	2종 도료	5종 도료	2종 도료	5종 도료
설치 시	건조상태	305.3	540.5	225.5	474.5	364.4	655.8	298.4	556.9
	습윤상태	140.4	248.6	103.7	218.2	167.6	301.6	137.2	256.1
1년 경과	건조상태	83.9	270.2	**120.6**	316.2	**122.6**	342.2	109.0(△63%)	309.5(△44%)
	습윤상태	**38.6**	**124.2**	**55.5**	**145.4**	**56.4**	**157.4**	**50.2**(△63%)	**142.3**(△44%)

주: 1. 2종 도료 구간과 5종 도료 구간의 차선을 대상으로 설치일로부터 12개월간 월 1회씩 차선의 재귀반사성능을 추적조사하여 얻은 결과값의 평균을 사용하여 분석함[유리알은 굴절률 1.64~1.80인 일반 2호를 사용]
2. 습윤상태는 건조상태 측정값의 46%를 적용하여 추정함

자료: "차선도색 추적조사 및 성능향상 방안 검토용역"(한국도로공사, 2016년 12월) 재구성

68) 예를 들어 굴절률이 1.50인 유리알의 경우 우천 시 빛이 빗물로 형성된 수막(굴절률 1.33)을 거치므로 유리알의 상대 굴절률은 1.128로 낮아짐

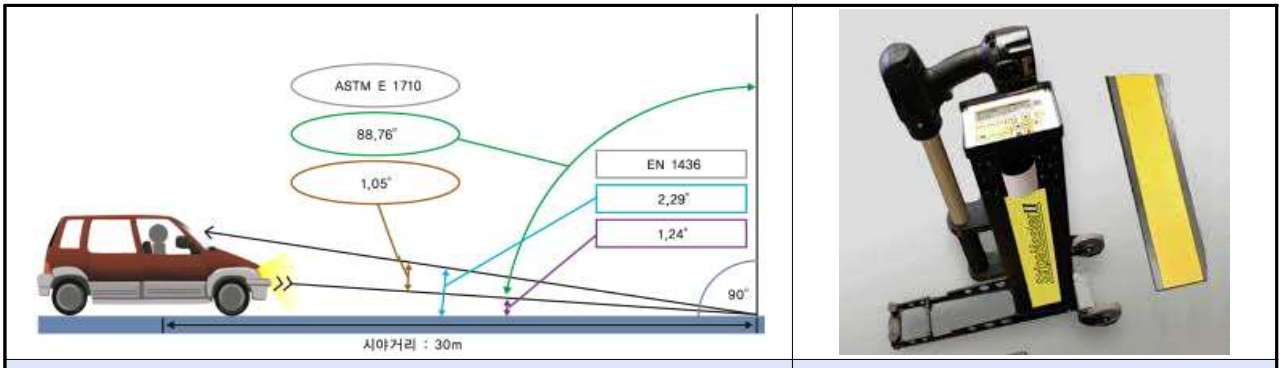
그리고 1년 경과 후 습윤상태의 재귀반사성능은 5종 도료와 일반 2호 유리알을 사용한 경우 100mcd/(㎡·lx) 이상[백색 기준, 황색은 70mcd/(㎡·lx)]을 유지하는 데 비해 2종 도료와 2호(일반) 유리알을 사용한 경우 38.6~56.4mcd/(㎡·lx)로 낮아질 것으로 추정된다.

한편 서울특별시의 “2019년 도로 노면표시 상태 조사 및 분석”(2020년 5월) 결과에 따르면 4종 도료와 일반 1호 유리알을 사용해 설치한 경우 재귀반사성능이 건조상태에서 386.3mcd/(㎡·lx)이지만 습윤상태에서는 43.7mcd/(㎡·lx)에 불과한 것으로 확인되었다.

나) 차선의 재귀반사성능 관련 설치·관리기준

차선의 재귀반사성능은 [그림 22]와 같이 시야 거리 30m에서 차량 전조등의 높이 0.65m, 운전자 눈의 높이 1.2m일 때의 입사각(조사각) 88.76°, 관측각 1.05°(수직 기준)인 조건으로 측정한다.

[그림 22] 차선의 재귀반사성능 측정



재귀반사성능 측정 조건(입사각, 관측각)	재귀반사성능 측정 장비(휴대용)

자료: 「교통노면표시 설치·관리 매뉴얼」(경찰청) 재구성

차선의 재귀반사성능 설치·관리기준은 기존에는 경찰청의 「교통노면표시 설치·관리 매뉴얼」에 설치 시 건조상태에서의 최소 재귀반사성능 기준은 “의무사항”으로, 재설치 기준과 습윤상태에서의 최소 재귀반사성능 기준은 “권장사항”

으로 명시되어 운용되다가 차선의 시인성 부족으로 교통사고가 지속적으로 발생하는 문제점을 해결하기 위해 2018. 6. 12.「도로교통법」 제4조 제2항(2019. 6. 13. 시행)에 주·야간이나 기상상태 등에 관계없이 고속도로, 국도, 지방도 등의 모든 도로에 있는 교통안전시설이 운전자의 눈에 잘 띄게 하는 기준을 마련하도록 규정이 신설되고, 2019. 6. 14.「도로교통법 시행규칙」 제8조 제2항 관련 [별표 6](제2호 라목 및 사목)에 [표 36]과 같이 최소 재귀반사성능 기준이 마련되어 습윤 및 유지관리 시 최소 재귀반사성능 기준도 의무화되었다.

[표 36] 차선의 최소 재귀반사성능 기준

[단위: mcd/(㎡·lx)]

조사각	관측각	측정 조건	최소 재귀반사성능				측정 방법
			백색	황색	청색	적색	
88.76° (1.24°)	1.05° (2.29°)	설치 시 (건조상태)	240	150	80	46	설치 후 1주일이 지난 날부터 준공일까지 최소 재귀반사성능 기준 이상을 유지해야 함
		젖은 노면 (습윤) 시	100	70	40	23	설치 후 젖은 노면에서 최소 재귀반사성능을 측정하는 방법은 유럽표준(EN1436)에서 정하는 방법에 따름
		유지관리 시	100	70	40	23	관리기준으로서 운영 중 건조상태 및 습윤상태 모두 기준을 만족하도록 유지해야 함(기준 미달 시 재설치 필요)

주: EN1436에 따르면 젖은 노면의 경우에는 노면으로부터 약 30㎝의 높이에서 최소 3리터의 맑은 물을 쏟아 부어 측정부위의 노면 전체가 고루 젖도록 하여 측정 현장과 그 주변을 포화상태로 만들고 60±5초 경과 후 측정함

자료:「도로교통법 시행규칙」[별표 6] 재구성

그리하여 도로관리자는 차선 설치 및 유지관리 시 건조상태뿐만 아니라 습윤상태에서도 차선의 재귀반사성능을 측정하여 최소 재귀반사성능 기준 충족 여부를 확인하도록 법령에 규정되었다.

다) 도로공사 등의 차선 재귀반사성능 확보 조치

도로공사는「도로교통법 시행규칙」 개정(2019. 6. 14. 시행) 전인 2014년에 재

정고속도로 차선의 습윤 시 재귀반사성능을 높이기 위해 경부고속도로 서울~대전(137㎞) 구간에 있는 중앙선, 길가장자리구역선(이하 “갓길선”이라 한다)을 도색할 때 기존에 사용하던 2종 도료와 일반 2호 유리알(굴절률 1.64~1.80)에 비해 내구성과 부착력이 뛰어난 5종 도료[69]에 우천 시 재귀반사성능이 우수한 물잠김 2호[70] 유리알(통상 굴절률 2.4에 상응함)과 일반 2호 유리알을 혼합하여 시공하는 차선(이하 “우천형 차선”이라 한다)을 설치[71]한 이후, 2015년 1월 왕복 6차로 이상 본선 구간의 중앙선과 갓길선에 우천형 차선을 시공하기로 결정하였다.[72]

그리고 도로공사는 「도로교통법 시행규칙」 개정(2019. 6. 14. 시행)에 따라 2020년 5월 본선 구간 전 차로(터널 제외)의 중앙선, 구분선, 갓길선 등에도 우천형 차선을 적용하기로 결정하고 차선 설치 및 하자검사 시 건조상태뿐만 아니라 습윤상태에서도 차선의 최소 재귀반사성능 기준 충족 여부를 확인하기로 하였다.

또한 서울특별시도 연구용역(2019년 10월~2020년 5월)[73]과 시험시공을 거쳐 2020년 12월 소관 도로[74]의 차선 설치재료로 기존에 사용하던 4종 도료[75]와 일반 1호 유리알에 비해 부착력이 뛰어난 5종 도료와 굴절률이 더 높은 일반 2호 유리알을 다음 연도부터 사용하기로 결정하고, 2021년 3월 서울특별시 “노면표시 공사 설명서”를 개정[76]하여 차선 설치 및 하자검사 시 습윤상태에서 차선의

69) 노면표시 반사성능 확보방안 연구(도로교통공단, 2017년 7월)에 따르면 갓길선 기준으로 2종 도료는 내구성이 11~15개월인 데 반해 5종 도료는 28~31개월임
70) 2017년 11월 개정되기 전의 KS L 2521에서는 물잠김 2호 유리알을 “2종 2호(우천형 유리알)”로 분류하였음
71) 한국도로공사는 차선의 재귀반사성능이 시간에 따라 감소되는 것을 감안하여 시공 초기의 성능 기준을 높여 내구연한(2년)까지 「도로교통법 시행규칙」의 기준을 만족하도록 하였음[백색의 경우 건조상태 240mcd/(㎡·lx)→420mcd/(㎡·lx), 습윤상태 100mcd/(㎡·lx)→175mcd/(㎡·lx)]
72) 2014년 11월부터 같은 해 12월까지 위 구간의 야간 교통사고가 전년도 같은 기간 26건보다 23%(6건) 줄어든 20건으로 나타나고 전문가(15명) 및 일반이용객(1,400명)을 대상으로 한 설문조사에서도 긍정적인 반응을 보였으며, 특히 전문가들은 지속적인 확대 의견을 제시함
73) “2019년 도로 노면표시 상태 조사 및 분석”(서울특별시, 2020년 5월)
74) 민자 구간을 제외한 일반도로와 자동차전용도로
75) 4종(융착식) 도료는 쉽게 떨어지거나 깨지는 특성이 있음(「교통노면표시 설치·관리 매뉴얼」, 경찰청)
76) 서울특별시는 차선의 재귀반사성능이 시간이 지남에 따라 감소되는 것을 감안하여 시공 초기의 성능 기준을 「도로

최소 재귀반사성능 기준 충족 여부를 확인하기로 하였다.

따라서 국토부는 2019. 6. 14. 개정된 「도로교통법 시행규칙」 시행에 따라 차선의 습윤 시 최소 재귀반사성능 기준이 의무화된 이후부터는 민자사업자로 하여금 소관 민자고속도로의 차선 설치 및 유지관리 시 습윤상태에서 최소 재귀반사성능 기준 충족 여부를 확인하는 등으로 해당 기준을 준수할 수 있도록 지도·감독을 하는 것이 바람직하다.

3) 감사결과 확인된 문제점

그런데 이번 감사원 감사기간 동안 □□주식회사 등 18개 민자사업자가 소관 민자고속도로에 2019. 6. 14. 「도로교통법 시행규칙」 시행 이후 실시한 차선 설치공사의 설계도서 등을 검토한 결과는 [표 37]과 같다.

△△주식회사는 도로공사의 우천형 차선을 도입하고 차선 설치 및 하자검사 시 습윤상태에서 차선의 재귀반사성능을 측정하여 최소 재귀반사성능 기준 충족 여부를 확인하고 있었으나, 다른 17개 민자사업자는 여전히 기존에 사용하던 2종 도료와 일반 1호 유리알을 재료로 사용하여 차선을 설치하여 습윤상태에서 최소 재귀반사성능 기준을 충족하지 못하는데도 차선 설치 및 하자검사 시 습윤상태에서 최소 재귀반사성능 기준 충족 여부를 확인하는 절차를 마련하지 않았고 국토부는 이에 대해 지도·감독하지 않고 있었다.

교통법 시행규칙」의 기준보다 높였음[백색의 경우 건조상태 240mcd/(㎡·lx)→250mcd/(㎡·lx), 습윤상태 100mcd/(㎡·lx)→170mcd/(㎡·lx)]

[표 37] 「도로교통법 시행규칙」 시행 이후 실시한 차선 설치공사

연번	노선명	민자사업자	시공기간	설치재료	
				도료	유리알
1	ㄷ	□□주식회사	’20. 7.~12.	2종	1호
2	**ㅁ**	**△△주식회사**	**’20. 8.~’21. 6.**	**5종**	**일반 2호(60%), 물잠김 2호(40%)**
3	ㅂ	▷▷주식회사	’19. 6.~9.	2종	1호
4	ㅅ	▽▽주식회사	’20. 9.~11.	2종	1호
5	ㅇ	◁◁주식회사	’20. 7.~11.	2종	1호
6	ㅈ	◇◇주식회사	’20. 9.~12.	2종	1호
7	ㅊ	♡♡주식회사	’20. 4.~5.	2종	1호
8	ㄴ	♤♤주식회사	’20. 7.~11.	2종	1호
9	ㅋ	♧♧주식회사	’20. 9.~11.	2종	1호
10	ㅌ	☆☆주식회사	’20. 11.~12.	2종	1호
11	ㅍ	●●주식회사	’19. 9.~10.	2종	1호
12	ㅎ	■■주식회사	’20. 5.~6.	2종	1호
13	ㄲ	▲▲주식회사	’20. 6.	2종	1호
14	ㄸ	▶▶주식회사	’20. 5.~6.	2종	1호
15	ㅃ	▼▼주식회사	’20. 10.~12.	2종	1호
16	ㅆ	◀◀주식회사	’20. 7.~11.	2종	1호
17	ㄱ	◆◆주식회사	’20. 5.~11.	2종	1호
18	ㅉ	&&주식회사	’20. 5.~7.	2종	1호

자료: 민자사업자 제출자료 재구성

이에 따라 야간에 노면이 젖었을 때 차선을 제대로 식별하지 못함에 따라 차선 이탈 등 위험한 상황이 발생할 수 있어 민자고속도로 이용자의 교통안전을 저해할 가능성이 있다.

관계기관 의견 국토부는 감사결과를 받아들이면서 민자사업자로 하여금 소관 민자고속도로의 차선의 습윤 시 재귀반사성능이 관련 기준에 부합하게 유지될 수 있게 적정 예산을 확보하도록 지도·감독하겠다고 답변하였다.

조치할 사항 **국토교통부장관**은 민자고속도로에 대해 차선 설치 및 하자검사 시 습윤상태에서 최소 재귀반사성능 기준 충족 여부를 확인하고 기준 미달 구간에 대해 우선순위를 고려하여 재도색하도록 하는 등 「도로교통법 시행규칙」의 최소 재귀반사성능 기준을 준수하는 방안을 마련하시기 바랍니다.(**통보**)

라 건축물 내진성능 확보 부적정

1) 업무 개요

국토부는 「유료도로법」 제23조의2 등에 따라 민자사업자로 하여금 「지진·화산재해대책법」 제15조 등에 따른 건축물의 지진에 대한 안전 여부를 확인하도록 하는 등 제반 법규 및 규정을 성실히 이행하도록 지도·감독하고 있다.

2) 관계법령 및 판단기준

가) 지진하중에 적용하는 지역계수 증가 등 내진성능평가 변경

국토부는 「건축법」 제48조 및 「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」 제9조, 「건축구조기준」 등에 따라 건축물에 작용하는 지진 등에 대하여 건축물이 안전한 구조를 가지도록 지진하중 등 구조계산의 기준을 정하고 있다.

지진하중을 구하는 절차는 [표 38]과 같은데 지역별로 예상되는 지진에 대한 위험도(지진의 크기, 발생 빈도 등)에 따라 지진구역을 나누고, 지진(재현주기 2,400년)에 의해 건축물이 설치된 위치의 기반암(基盤巖)이 운동하는 수준(유효지반

가속도)으로 지진구역별로 정한 지역계수에 따라 지반과 건축물이 진동하는 정도를 산정하여 지진하중을 구한다.

[표 38] 지진하중 산정 절차(등가정적 해석법의 경우)

지진 발생		건축물 지반의 기반암 운동		건축물 지반 진동		건축물 진동
재현주기 2,400년	⇨	[유효지반가속도 S] ▪ 지진구역별로 정한 **지역계수(S)**를 적용	⇨	[설계스펙트럼 가속도 S_{DS}, S_{D1}] ▪ $S_{DS}=S\times2.5\times F_a\times2/3$(0.1~0.5초 주기) ▪ $S_{D1}=S\times F_v\times2/3$(1초 주기)	⇨	[지진응답계수 Cs, 지진하중 V] ▪ $C_S=S_{DS}\times I_E\div R$ ▪ $V=C_S\times W$(건축물 밑면 전단력)

주: 1. F_a와 F_v는 지반의 지질 종류 및 연약 정도에 따른 지반증폭계수
2. I_E는 건축물의 중요도계수, R는 건축물의 구조형식에 따라 지진에 저항하는 정도인 반응수정계수, W는 지진 진동에 영향을 받는 유효 건물 중량
자료:「건축구조기준」재구성

국토부(구 건설교통부, 구 국토해양부)는 2000. 5. 22. 및 같은 해 6. 5. 개정한 「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」(구 건설교통부령) 제7조 제2항, 「건축물의 하중기준」(구 건설교통부 고시 제2000-153호) 제8조 제2항 제1호 [별표 4]에 따르면 건축물의 지진하중을 산정할 때 적용하는 지역계수를 [표 39]와 같이 지진 Ⅰ구역(강원도 북부, 전라남도 남서부, 제주도를 제외한 전국)의 경우 0.11로 적용하도록 하다가 2009. 12. 29. 지진 안정성을 높이기 위해 「건축구조기준」(구 국토해양부 고시 제2009-1245호)을 개정(0306.3.1 지진구역 및 지역계수)하여 0.22[77]로 증가시켰다.

[표 39] 지역별 내진설계 지역계수

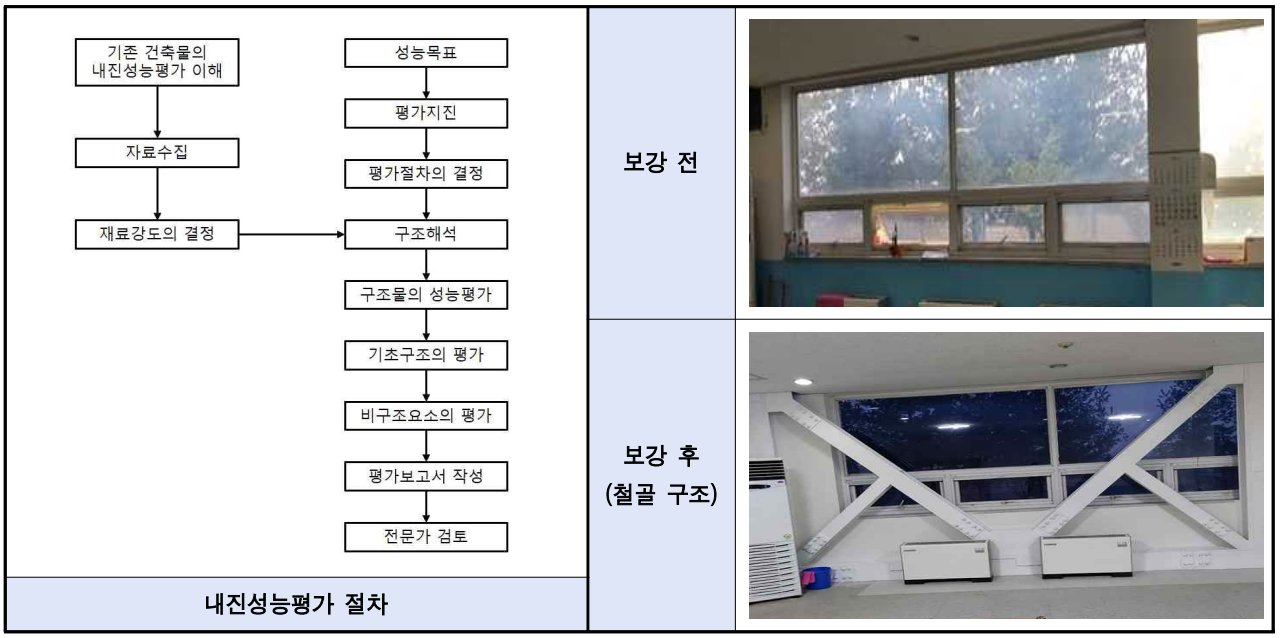
지진 구역		해당 지역	지역계수(A)	
			2009년 12월 이전	2009년 12월 이후
Ⅰ	시	서울, 인천, 대전, 부산, 대구, 울산, 광주, 세종	0.11	0.22
	도	경기도, 강원도 남부(영월, 정선, 삼척, 강릉, 동해, 원주, 태백), 충청북도, 충청남도, 경상북도, 경상남도, 전라북도, 전라남도		
Ⅱ	도	강원도 북부(홍천, 철원, 화천, 횡성, 평창, 양구, 인제, 고성, 양양, 춘천, 속초), 제주도	0.07	0.14

주: 전라남도 남서부(무안, 신안, 완도, 영광, 진도, 해남, 영암, 강진, 고흥, 함평, 목포)는 2017년 10월 지진구역 Ⅱ에서 Ⅰ로 변경
자료:「건축구조기준」재구성

77) 지역계수는 유효지반가속도로서 중력가속도(g)의 0.22배로 건축물 지반의 기반암이 운동하는 것을 뜻함

한편 국토부(구 국토해양부)는 [그림 23]과 같이 2011년 7월 「지진·화산재해대책법」 제15조에 따라 기존 건축물에 대한 내진성능평가를 실시하도록 하는 「기존 시설물(건축물) 내진성능평가[78] 요령」을 개정하여 지진 Ⅰ구역의 지역계수를 0.11에서 0.22로 증가시키는 등 2009. 12. 29. 개정된 「건축구조기준」에 맞춰 기존에 내진설계된 건축물의 지진에 대한 안전 여부를 확인하는 방법을 변경하였다.[79]

[그림 23] 내진성능평가 절차 및 내진보강 사례



자료: 국토부 제출자료 재구성

나) 내진성능평가 대상 건축물 확대

「건축법」 제48조에 따라 구조 안전을 확인해야 하는 건축물 대상이 [표 40]과 같이 2015. 9. 22. 「건축법 시행령」 제32조에 3층 이상 또는 연면적 500㎡ 이상 등의 건축물로 개정되는 등 확대되었다.

78) 기존 건축물의 내진성능평가는 건축물을 신축할 때 실시하는 내진설계와 개념적으로 다름. 신축 시 적용하는 내진설계는 아직 실재하지 않는 구조물을 대상으로 하기 때문에 하중은 증가시키고 부재의 능력을 감소시키는 보수적인 접근 방법을 사용하고, 기존 건축물의 내진성능평가는 실재하는 구조물을 대상으로 하기 때문에 모든 부재를 해석 모델에 포함시켜 해석 및 평가를 함

79) 2013. 12. 23.~2019. 3. 14. 「건축구조기준」이 일부 개정됨에 따라 개정된 「건축구조기준」을 반영하여 2019년 10월 「기존 시설물(건축물) 내진성능평가 요령」이 일부 개정되었음

[표 40] 건축물 내진 기준 변경 명세

개정일	시행일	법령의 해당 조항	주 내용
1988. 2. 24.	1988. 3. 1.	「건축법 시행령」 제7조 및 제16조	6층 이상 또는 연면적 100,000㎡ 이상
1995. 12. 30.	1996. 1. 6.	「건축법 시행령」 제32조	6층 이상 또는 연면적 10,000㎡ 이상
2005. 7. 18.	2005. 7. 18.	「건축법 시행령」 제32조	3층 이상 또는 연면적 1,000㎡ 이상
2015. 9. 22.	2015. 10. 7.	「건축법 시행령」 제32조(「건축법」 제48조)	3층 이상 또는 연면적 500㎡ 이상
2017. 2. 3.	2017. 2. 4.	「건축법 시행령」 제32조(「건축법」 제48조)	2층 이상 또는 연면적 500㎡ 이상
2017. 10. 24.	2017. 12. 1.	「건축법 시행령」 제32조(「건축법」 제48조)	2층 이상 또는 연면적 200㎡ 이상

자료:「건축법」 및 「건축법 시행령」

또한 「지진·화산재해대책법」 제15조에 따르면 행정안전부장관(중앙대책본부장)은 관계법령이 제정되기 전에 설치된 공공시설물이나 관계법령이 제정된 이후 내진설계 기준이 강화된 공공시설물(이하 "기존 시설물"이라 한다)의 내진성능 향상을 위하여 5년마다 기존 시설물의 내진보강대책에 관한 기본방향, 내진성능 평가, 내진보강 중·장기계획 등 내진보강기본계획을 수립하도록 되어 있다.

이에 따라 행정안전부(구 국민안전처)는 2015. 9. 22. 및 2020. 6. 11. "2단계(2016~2020년) 기존 공공시설물 내진보강 전수조사 추진방안"과 "「3단계 공공시설물 내진보강기본계획(2021~2025년)」 수립 대상 확정을 위한 의견조회"를 기존 시설물 관리주체에 통보하면서 관계 법령이 제정되기 전에 설치되었거나 관계 법령이 제정된 이후 기준이 강화된 공공시설물의 경우 내진성능이 미흡하므로 내진성능 확보를 위해 내진보강대책을 수립하도록 하였다.

다) 민자고속도로 내 건축물의 내진성능평가 실시 필요

따라서 국토부는 기존 내진설계가 적용된 건축물의 지진에 대한 안전 여부를 확인하는 방법이 변경되고 지진에 대한 안전 여부를 확인하여야 하는 건축물이 확대되었으므로 민자사업자로 하여금 면적이 크거나 휴게소, 영업소 등 도로

이용자들이 많이 이용하는 건축물에 대하여 우선 내진성능평가를 하는 등 우선순위를 고려하여 내진성능평가 계획을 수립하고, 내진성능평가 결과에 따라 필요시 보강공사를 하도록 지도·감독하는 것이 바람직하다.

3) 감사결과 확인된 문제점

가) 내진성능평가 방법이 변경된 건축물 관련

내진설계가 적용된 건축물에 대하여 「기존 시설물(건축물) 내진성능평가 요령」(2011년 7월 개정)이 개정된 지 9년이 지난 현재까지 내진성능평가 계획 수립 및 보강공사 시행 여부를 확인한 결과, 총 88개 건축물 중 [표 41]과 같이 ▽▽주식회사의 ▣▣휴게소 등 9개 민자사업자의 43개 건축물에 대한 내진설계가 지진에 대해 안전하도록 되어 있고, [표 42]와 같이 ■■주식회사의 ◈◈휴게소(서울 방향)는 내진성능평가를 실시한 결과 안전하고 ♡♡주식회사의 ♭♭영업소는 내진성능평가를 실시한 결과 안전하지 않아 보강공사를 시행하여 안전하게 되는 등 3개 민자사업자의 19개 건축물은 내진성능평가 및 보강공사를 실시하였다.

[표 41] 내진설계를 실시한 건축물 현황

민자사업자	건축물명(43개)	비고
▽▽주식회사	⚠⚠영업소, ▣▣휴게소	2개
◇◇주식회사	◎◎영업소	1개
☆☆주식회사	◐◐영업소, ◑◑영업소, ◒◒영업소, ◓◓휴게소, ◭◭영업소, ◮◮영업소	6개
●●주식회사	◔◔ 관리사무소, ◕◕영업소, ◖◖ 영업소, ◗◗영업소, ◢◢영업소, ◣◣영업소	6개
▶▶주식회사	◤◤관리사무소	1개
▼▼주식회사	◥◥휴게소, ☏☏휴게소, ☎☎휴게소, ☜☜휴게소, ☞☞영업소, ♨♨영업소, ▤▤영업소, ▥▥영업소	8개
◀◀주식회사	▦▦영업소, ▧▧영업소, ▨▨영업소, ▩▩휴게소, ◍◍영업소, ◠◠휴게소, ◡◡영업소, ♀♀영업소, ◘◘영업소, ◙◙영업소, ◧◧영업소, ◩◩영업소	12개
◆◆주식회사	◪◪영업소, ◫◫영업소, ♂♂영업소, ♩♩영업소, ♬♬ 전기실, ♪♪ 전기실	6개
&&주식회사	유지관리사무소	1개

자료: 감사대상기관 제출자료

[표 42] 내진성능평가 및 보강공사를 실시한 건축물 현황

민자사업자	건축물명(19개)	비고
♡♡주식회사	♭♭영업소, 정비창고동, 차고동, 모래창고동, ⁂⁂ 관리사무소, ⁂⁂ 부전기실, ⁂ 관리사무소, ㄱㄴ영업소	8개
♧♧주식회사	ㄱㄷ영업소	1개
■■주식회사	ㄱㄹ영업소, ㄱㅁ영업소, ◈◈휴게소(서울 방향), ◈◈휴게소(원주 방향), ㄱㅂ영업소, ㄱㅅ영업소, ㄱㅇ휴게소(서울 방향), ㄱㅇ휴게소(원주 방향), ㄱㅈ영업소, ㄱㅊ영업소	10개

자료: 감사대상기관 제출자료

그런데 [별표 8] “내진성능평가 방법이 변경된 건축물 중 내진성능평가 미실시 현황”과 같이 ◁◁주식회사의 ㄴㄱ휴게소(부산 방향) 등 6개 민자사업자의 26개 건축물은 「기존 시설물(건축물) 내진성능평가 요령」(2011년 7월 개정)이 개정된 지 9년이 지났는데도 내진성능평가 계획 등을 수립하지 않고 있었다.

이에 따라 지진(규모 6.0~6.5) 발생 시 ㄴㄴ휴게소(부산 방향) 등 26개 건축물은 안정성이 부족할 가능성이 있다.

나) 내진성능평가 대상에 포함된 건축물 관련

내진설계가 미적용된 건축물에 대하여 「건축법 시행령」(2015. 9. 22. 개정) 개정된 지 5년이 지난 현재까지 내진성능평가 계획 수립 및 보강공사 시행 여부를 확인한 결과, 총 62개 건축물 중 [표 43]과 같이 △△주식회사의 ㄱㅋ(상행)휴게소는 내진성능평가를 한 결과 안전하고 터널관리소는 내진성능평가를 한 결과 안전하지 않아 보강공사를 시행하여 안전하게 되는 등 2개 민자사업자의 21개 건축물에 대해 내진성능평가 및 보강공사를 시행하였고, [표 44]와 같이 □□주식회사의 ㄷㄹ휴게소는 2021년에 내진성능평가를 실시하는 것으로 계획을 수립하는 등 3개 민자사업자의 29개 건축물은 내진성능평가 계획이 수립되어 있었다.

[표 43] 내진성능평가 및 보강공사를 실시한 건축물 현황

민자사업자	건축물명(21개)	비고
△△ 주식회사	도로관리소, ㄱㅋ(상행)휴게소, ㄱㅋ(하행)휴게소, ㄱㅌ휴게소, ㄱㅍ휴게소, ㄱㅎ영업소, ㄴㄱ영업소, ㄴㄷ영업소, ㄴㄹ영업소, ㄴㅁ영업소, ㄴㅂ영업소, ㄴㅅ영업소, ㄴㅇ영업소, ㄴㅈ영업소, 터널관리소	15개
♧♧주식회사	ㄴㅊ영업소, ㄴㅋ영업소, ㄴㅌ영업소, ㄴㅍ영업소, ㄴㅎ영업소, ㄷㄱ영업소	6개

자료: 감사대상기관 제출자료

[표 44] 내진성능평가 계획이 수립된 건축물 현황

민자사업자	건축물명(29개)	비고
□□주식회사	도로유지관리사업소, ㄷㄴ영업소, ㄷㄷ영업소, ㄷㄹ휴게소, ㄷㅁ영업소, 정비동	6개
▷▷주식회사	유지관리사무소, ㄷㅂ휴게소(상행), ㄷㅂ휴게소(하행), ㄷㅅ영업소, ㄷㅇ영업소, ㄷㅈ영업소, ㄷㅊ영업소, ㄷㅋ영업소, ㄷㅌ영업소, ㄷㅍ영업소, ㄷㅎ영업소, ㄹㄱ영업소	12개
▽▽주식회사	사무동, 장비관리소, 정비고(창고), 모래창고, 쓰레기분리수거동, ㄹㄴ영업소, ㄹㄷ영업소, ㄹㄹ영업소, ㄹㅁ 전기실, ㄹㅂ 통합방재센터, ㄹㅅ 전기실	11개

자료: 감사대상기관 제출자료

그런데 [별표 9] “내진성능평가 대상에 포함된 건축물 중 내진성능평가 미실시 현황”과 같이 ◇◇주식회사는 ㄹㅇ영업소 등 12개 건축물에 대해 내진성능평가 계획을 수립하지 않고 있었다.

이에 따라 지진(규모 6.0~6.5) 발생 시 ㄹㅇ영업소 등 12개 건축물은 안정성이 부족할 가능성이 있다.

관계기관 의견 국토부 및 민자사업자는 감사결과를 받아들이면서 ◁◁주식회사의 ㄴㄴ휴게소(부산 방향)는 당초 내진성능평가 계획이 수립되어 있지 않았으나 2022년에 내진성능평가를 실시하는 등 [별표 8] “내진성능평가 방법이 변경된 건축물 중 내진성능평가 미실시 현황”과 같이 6개 민자사업자의 26개 건축물에 대해 내진성능평가 계획을 수립하고, ◇◇주식회사는 ㄹㅇ영업소 등 12개 건축물에 대하여 [별표 9] “내진성능평가 대상에 포함된 건축물 중 내진성능평

가 미실시 현황”과 같이 내진성능평가 계획을 수립하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 **국토교통부장관**은 내진성능평가 방법이 변경되거나 내진성능평가 대상에 포함된 건축물에 대하여 우선순위를 고려하여 내진성능을 평가하고 그 결과에 따라 필요시 보강하도록 민자고속도로 사업시행자에 대한 지도·감독을 강화하는 방안을 마련하시기 바랍니다.(**통보**)

별표 목차

[별표 1] 민자고속도로 졸음쉼터 현황 ····· 77

[별표 2] 민자고속도로 휴게소 현황 ····· 78

[별표 3] 민자고속도로에서 휴게시설 간 간격이 25㎞를 초과하는 구간 명세 ····· 79

[별표 4] 졸음쉼터에 설치해야 할 안전시설 ····· 82

[별표 5] 민자고속도로에 설치된 졸음쉼터의 안전시설 설치 누락 명세 ····· 84

[별표 6] 민자고속도로에 설치된 휴게소의 안전시설 설치 누락 명세 ····· 86

[별표 7] 민자고속도로 터널 제연설비 현황 ····· 87

[별표 8] 내진성능평가 방법이 변경된 건축물 중 내진성능평가 미실시 현황 ····· 89

[별표 9] 내진성능평가 대상에 포함된 건축물 중 내진성능평가 미실시 현황 ····· 90

[별표 1]

민자고속도로 졸음쉼터 현황

(단위: 년)

연번	고속도로명	민자사업자	졸음쉼터 명칭	주소	준공연도
운영 중인 졸음쉼터(28개)					
1	ㅁ 고속도로	△△㈜	-졸음쉼터	-	2013
2			-졸음쉼터(상행)	-	2013
3			-졸음쉼터(하행)	-	2013
4			-졸음쉼터(상행)	-	2020
5			-졸음쉼터(하행)	-	2020
6	ㅂ 고속도로	▷▷㈜	-졸음쉼터	-	2014
7			-졸음쉼터	-	2018
8			-졸음쉼터	-	2018
9			-졸음쉼터	-	2020
10			-졸음쉼터	-	2020
11	ㅅ 고속도로	▽▽㈜	ㄹㅎ졸음쉼터	-	2014
12	ㅈ 고속도로	◇◇㈜	-졸음쉼터	-	2014
13			ㅁㄷ졸음쉼터	-	2016
14			-졸음쉼터	-	2017
15	ㅋ 고속도로	♧♧㈜	-졸음쉼터	-	2013
16			-졸음쉼터	-	2013
17	ㅌ 고속도로	☆☆㈜	-졸음쉼터	-	2017
18	ㅎ 고속도로	■■㈜	-졸음쉼터(- 방향)	-	2018
19			-졸음쉼터(- 방향)	-	2018
20			-졸음쉼터	-	2018
21			-졸음쉼터	-	2016
22	ㅃ 고속도로	▼▼㈜	-졸음쉼터	-	2017
23			-졸음쉼터	-	2017
24			-졸음쉼터	-	2017
25			-졸음쉼터	-	2017
26	ㅆ 고속도로	◀◀㈜	-졸음쉼터(- 방향)	-	2017
27			-졸음쉼터(- 방향)	-	2017
28	ㄷ 고속도로	□□㈜	-졸음쉼터	-	2020
설치 중인 졸음쉼터(10개)					
1	ㅁ 고속도로	△△㈜	-졸음쉼터	-	2021
2	ㅂ 고속도로	▷▷㈜	-졸음쉼터	-	2021
3	ㅈ 고속도로	◇◇㈜	-졸음쉼터(- 방향)	-	2021
4			-졸음쉼터(- 방향)	-	2021
5			-졸음쉼터	-	2021
6	ㅌ 고속도로	☆☆㈜	-졸음쉼터	-	2021
7	ㄸ 고속도로	▶▶㈜	-음쉼터(- 방향)	-	2021
8			-졸음쉼터(- 방향)	-	2021
9	-고속도로주)	ㅁㄹ㈜	-졸음쉼터(- 방향)	-	2021
10			-졸음쉼터(- 방향)	-	2021

주: -고속도로는 2021년 4월에 신규 개통되어 운영할 예정
자료: 국토부 제출자료 재구성

[별표 2]

민자고속도로 휴게소 현황

(단위: 년)

연번	고속도로명	민자사업자	휴게소 명칭	주소	준공연도
1	ㅁ 고속도로	△△㈜	ㄱㅋ휴게소(상행)	-	2002
2			ㄱㅋ휴게소(하행)	-	2002
3			ㄱㅌ휴게소	-	2002
4			ㄱㅍ휴게소	-	2002
5	ㅂ 고속도로	▷▷㈜	ㄷㅂ 휴게소(상행)	-	2006
6			ㄷㅂ새마을 휴게소(하행)	-	2006
7	ㅅ 고속도로	▽▽㈜	▣▣휴게소	-	2015
8	ㅇ 고속도로	◁◁㈜	ㄴㄴ휴게소(상행)	-	2008
9			ㄴㄴ휴게소(하행)	-	2008
10	ㅈ 고속도로	◇◇㈜	-휴게소(- 방향)	-	2009
11			-휴게소(- 방향)	-	2009
12	ㅋ 고속도로	♧♧㈜	-휴게소(- 방향)	-	2009
13			-휴게소(- 방향)	-	2009
14	ㅌ 고속도로	☆☆㈜	-휴게소	-	2013
15	ㅎ 고속도로	■■㈜	◈◈휴게소(- 방향)	-	2016
16			◈◈휴게소(- 방향)	-	2016
17			ㄱㅇ휴게소(- 방향)	-	2016
18			ㄱㅇ휴게소(- 방향)	-	2016
19	ㅃ 고속도로	▼▼㈜	☏☏휴게소	-	2017
20			◥◥휴게소	-	2017
21			☎☎휴게소	-	2017
22			☜☜휴게소	-	2017
23	ㅆ 고속도로	◀◀㈜	◓◓휴게소	-	2017
24			⊠⊠휴게소	-	2017
25	ㄷ 고속도로	□□㈜	ㄷㄹ휴게소	-	2001

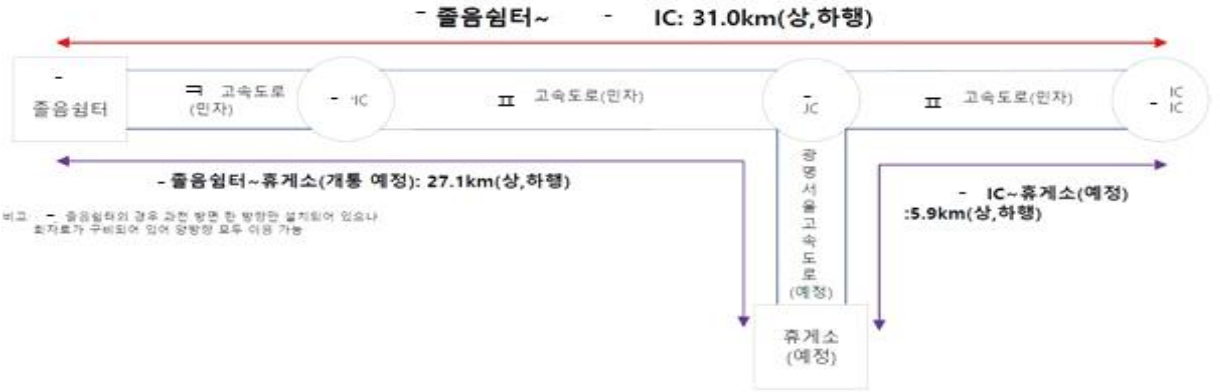
자료: 국토부 제출자료 재구성

[별표 3]

민자고속도로에서 휴게시설 간 간격이 25㎞를 초과하는 구간 명세

(단위: ㎞, 개)

연번	민자고속도로 노선명	민자사업자	휴게시설 간 간격이 25㎞를 초과하는 구간 (해당 구간의 고속도로 노선명)	구간 연장	졸음쉼터 부족 개수
1	ㄴ고속도로~ ㄱ고속도로	♤♤㈜ ◆◆㈜	-JC~-IC(- 방향) [ㄴ고속도로(민자), ㅂㄹ고속도로(재정), ㄱ고속도로(민자)]	70.0	3
2			-졸음쉼터~-IC(하행) [-고속도로(재정), ㅂㄹ고속도로(재정), ㄱ고속도로(민자)]	31.5	
3			-휴게소~-IC(판교 방향) [ㅂㅁ고속도로(재정), ㅂㄹ고속도로(재정), ㄱ고속도로(민자)]	26.5	
4			-JC~-졸음쉼터(서울 방향) [ㄴ고속도로(민자), ㅂㄹ고속도로(재정), -고속도로(재정)]	38.0	
5			-JC~-휴게소(하행) [ㄴ고속도로(민자), ㅂㄹ고속도로(재정), -고속도로(재정)]	42.3	
6			-IC~-JC(인천 방향) [ㄱ고속도로(민자), ㄴ고속도로(민자), ㅂㄹ고속도로(재정)]	70.0	3
7			-IC~-졸음쉼터(상행) [ㄱ고속도로(민자), ㅂㄹ고속도로(재정), -고속도로(재정)]	31.5	
8			-IC~-휴게소(하행) [ㄱ고속도로(민자), ㅂㄹ고속도로(재정), ㅂㅁ고속도로(재정)]	32.5	
9			-졸음쉼터~-JC(- 방향) [-고속도로(재정), ㅂㄹ고속도로(재정), ㄴ고속도로(민자)]	37.0	
10			-휴게소~-JC(- 방향) [-고속도로(재정), ㅂㄹ고속도로(재정), ㄴ고속도로(민자)]	42.8	
11	ㅍ고속도로 ~ ㅂㅁ고속도로	●●㈜ ♧♧㈜	-졸음쉼터~-IC(- 방향) [ㅋ고속도로(민자), ㅍ고속도로(민자)]	31.0	1
12			-IC~-졸음쉼터(- 방향) [ㅍ고속도로(민자), ㅋ고속도로(- 민자)]	31.0	1

연번	민자고속도로 노선명	민자사업자	휴게시설 간 간격이 25㎞를 초과하는 구간 (해당 구간의 고속도로 노선명)	구간 연장	졸음쉼터 부족 개수
				
13	ㅅ 고속도로	▽▽㈜	-졸음쉼터~-졸음쉼터(내측) [ㅅ고속도로(민자), -고속도로(재정)]	30.8	1
①			-휴게소~▣▣휴게소(외측) [-고속도로(재정), ㅅ고속도로(민자)]	25.5	-
14	ㅇ고속도로	◁◁㈜	ㄴㄴ 휴게소~-휴게소(상행) [ㅇ고속도로(민자), -고속도로(재정)]	36.2	1
15			-휴게소(하행)~ㄴㄴ 휴게소(하행) [-고속도로(재정), ㅇ고속도로(민자)]	35.9	1
②			-교~ㄴㄴ 휴게소(상행) [ㅇ고속도로(민자)]	25.3	-

연번	민자고속도로 노선명	민자사업자	휴게시설 간 간격이 25㎞를 초과하는 구간 (해당 구간의 고속도로 노선명)	구간 연장	졸음쉼터 부족 개수
16	뻐고속도로	▼▼㈜	-휴게소~-졸음쉼터(상행) [-고속도로(재정), 뻐고속도로(민자)]	31.5	1
17			-졸음쉼터~-휴게소(하행) [뻐고속도로(민자), -고속도로(재정)]	31.2	1
③			-졸음쉼터~☜ 휴게소(하행) [뻐고속도로(민자)]	27.2	-

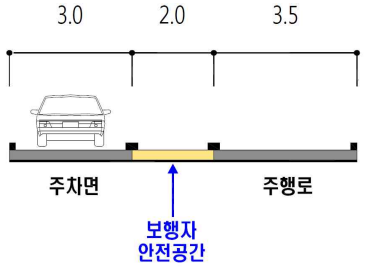
주: 연번 ①, ②, ③번의 경우에는 도로의 기하구조, 현지여건 및 이용자 편의·안전 등을 검토하는 과정에서 부득이하게 25㎞를 조금(0.3~2.2㎞) 초과하여 설치

자료: 국토부 제출자료 재구성

[별표 4]

졸음쉼터에 설치해야 할 안전시설

안전시설 사진	내용
	■ 차로유도 컬러레인 - 설치위치: 진입부 - 졸음쉼터에 진입하는 차량의 안전 확보를 위해 설치하는 시설로 주로 평면곡선반경이 1,200m 이하인 구간에 설치
	■ 장애물 표적표지 - 설치위치: 진입부 - 운전자에게 위험물이 있다는 정보를 반사체로 구성된 표지를 통해 전달하는 안전시설
	■ 시선유도봉 - 설치위치: 진입부, 진출부 - 운전자의 주의가 필요한 장소에 노면표시를 보조하여 본선과 진입로를 공간적으로 분리하고 위험 구간임을 예고할 목적으로 설치하는 안전시설
	■ 충격흡수시설 - 설치위치: 진입부 - 주행 차로를 벗어난 차량이 도로상의 구조물 등과 충돌하기 전 차량의 충격에너지를 흡수하여 정지토록 하거나 차량의 방향을 교정하여 본래의 주행차로로 복귀시켜주기 위해 설치하는 안전시설
	■ 횡방향 그루빙(grooving) - 설치위치: 진입부 - 졸음운전 또는 운전자 부주의 등으로 인해 차량이 차로를 이탈할 경우 소음 및 진동을 통해 운전자의 주의를 환기시킴으로써 차량을 원래의 주행 차로로 복귀하도록 유도하기 위해 차로와 직각 방향으로 설치된 안전시설
	■ 속도 감속 유도 노면표지 - 설치위치: 진입부 - 주행차량의 감속 유도를 위해 설치

안전시설 사진	내용
	■ 불법주정차 방지시설 - 설치위치: 진입부, 진출부 - 진입·진출부에 불법주정차를 방지하고 진입·진출 시 안전확보를 위해 설치
	■ 보행자 안전공간 - 설치위치: 주행로 - 졸음쉼터 내 주행 차량으로부터 안전한 승·하차 및 보행자 이동을 위한 안전공간
	■ 주차차량 보호시설 - 설치위치: 주행로 - 진입 차량과 주차차량 간의 추돌사고를 예방하기 위한 시설

자료: 국토부 제출자료 재구성

[별표 5]

민자고속도로에 설치된 졸음쉼터의 안전시설 설치 누락 명세

(단위: m, 년)

연번	노선명	졸음쉼터 명칭	평면곡선 반지름	준공 연도	진입부	주행로	진출부
졸음쉼터 지침 제정 전 설치된 졸음쉼터(17개)							
1	ㅁ 고속도로	-졸음쉼터	2,000	2013	-	-	-
2		-졸음쉼터 (상행)	3,700	2013	-	-	-
3		- 졸음쉼터(하행)	3,700	2013	-	-	-
4	ㅂ 고속도로	- 졸음쉼터	1,000	2014	■횡방향 그루빙 ■속도 감속 유도 노면표지	■과속방지턱	-
5	ㅅ 고속도로	-졸음쉼터	3,000	2014	■속도제한표지 ■횡방향 그루빙 ■속도 감속 유도 노면표지 ■과속방지턱	■보행자 안전공간 ■과속방지턱 ■주차차량 보호시설	■우회전 금지표지
6	ㅈ 고속도로	-졸음쉼터	1,000	2014	-	-	-
7		-졸음쉼터주)	1,760	2016	■속도 감속 유도 노면표지 ■과속방지턱 ■불법주정차 방지시설	■보행자 안전공간 ■CCTV ■과속방지턱 ■주차차량 보호시설	■우회전 금지표지 ■시선유도봉 ■불법주정차 방지시설
8	ㅋ 고속도로	-졸음쉼터	1,500	2013	■속도제한표지 ■횡방향 그루빙 ■속도 감속 유도 노면표지 ■과속방지턱	■과속방지턱	-
9		-졸음쉼터	1,888	2013	■장애물 표적표지 ■충격흡수시설 ■과속방지턱 ■불법주정차 방지시설	■과속방지턱	■우회전 금지표지 ■시선유도봉 ■불법주정차 방지시설
10	ㅌ 고속도로	- 졸음쉼터	1,400	2017	-	-	-
11	ㅎ 고속도로	-졸음쉼터	2,500	2016	■과속방지턱	■과속방지턱	-
12	ㅃ 고속도로	-졸음쉼터	1,200	2017	■차로유도 컬러레인 ■속도 감속 유도 노면표지 ■불법주정차 방지시설	■CCTV ■주차차량 보호시설	■우회전 금지표지 ■불법주정차 방지시설
13		- 졸음쉼터	1,100	2017	■차로유도 컬러레인 ■속도 감속 유도 노면표지 ■불법주정차 방지시설	■CCTV ■주차차량 보호시설	■우회전 금지표지 ■불법주정차 방지시설
14		-졸음쉼터	4,100	2017	■속도 감속 유도 노면표지 ■불법주정차 방지시설	■CCTV ■주차차량 보호시설	■우회전 금지표지 ■불법주정차 방지시설
15		- 졸음쉼터	4,100	2017	■속도 감속 유도 노면표지 ■불법주정차 방지시설	■CCTV ■주차차량 보호시설	■우회전 금지표지 ■불법주정차 방지시설

연번	노선명	졸음쉼터 명칭	평면곡선 반지름	준공 연도	진입부	주행로	진출부
16	ㅆ 고속도로	-졸음쉼터 (- 방향)	1,300	2017	■ 장애물 표적표지 ■ 횡방향 그루빙	-	■ 우회전 금지표지
17		-졸음쉼터 (- 방향)	1,300	2017	■ 장애물 표적표지 ■ 횡방향 그루빙	-	■ 우회전 금지표지
졸음쉼터 지침 제정 후 설치된 졸음쉼터(11개)							
1	ㅁ 고속도로	- 졸음쉼터(상행)	∞ (직선)	2020	-	-	-
2		-졸음쉼터 (하행)	∞ (직선)	2020	-	-	-
3	ㅂ 고속도로	- 졸음쉼터	∞ (직선)	2018	■ 횡방향 그루빙	■ 과속방지턱	-
4		-졸음쉼터	∞ (직선)	2018	■ 횡방향 그루빙	■ 과속방지턱	-
5		-졸음쉼터	1,000	2020	■ 횡방향 그루빙	■ 과속방지턱	-
6		-졸음쉼터	∞ (직선)	2020	■ 횡방향 그루빙	■ 과속방지턱	-
7	ㅈ 고속도로	-졸음쉼터	2,000	2017	■ 속도 감속 유도 노면표지 ■ 과속방지턱	■ 과속방지턱 ■ 주차차량 보호시설	-
8	ㅎ 고속도로	-졸음쉼터 (- 방향)	∞ (직선)	2018	-	■ 과속방지턱	-
9		-졸음쉼터 (- 방향)	∞ (직선)	2018	-	■ 과속방지턱	-
10		-졸음쉼터	∞ (직선)	2018	-	■ 과속방지턱	-
11	ㄷ 고속도로	- 졸음쉼터	∞ (직선)	2020	-	-	-

주: 2021년 6월 신규 졸음쉼터 개통 시 폐쇄 예정

자료: 국토부 제출자료 재구성

[별표 6]

민자고속도로에 설치된 휴게소의 안전시설 설치 누락 명세

(단위: 년)

연번	노선명	휴게소 명칭	준공연도	설치를 누락한 안전시설
규정 제정 전 설치된 휴게소(15개)				
1	ㅁ고속도로	ㄱㅋ 휴게소(상행)	2002	■노면요철포장 ■점멸식 신호등
2		ㄱㅋ 휴게소(하행)	2002	■노면요철포장 ■점멸식 신호등
3		ㄱㅌ 휴게소	2002	■노면요철포장 ■점멸식 신호등
4		ㄱㅍ 휴게소	2002	■노면요철포장 ■점멸식 신호등
5	ㅂ고속도로	ㄷㅂ 휴게소(상행)	2006	■과속방지시설 ■노면요철포장 ■감속유도 차선
6		ㄷㅂ 휴게소(하행)	2006	■과속방지시설 ■노면요철포장 ■감속유도 차선
7	ㅅ 고속도로	-휴게소	2015	■점멸식 신호등
8	ㅇ고속도로	ㄴㄴ 휴게소(상행)	2008	-
9		ㄴㄴ 휴게소(하행)	2008	-
10	ㅈ고속도로	-휴게소(- 방향)	2009	-
11		-휴게소(- 방향)	2009	-
12	ㅋ고속도로	-휴게소(- 방향)	2009	-
13		-휴게소(- 방향)	2009	-
14	ㅌ고속도로	-휴게소	2013	■점멸식 신호등
15	ㄷ 고속도로	ㄷㄹ 휴게소	2001	■감속유도 차선
규정 제정 후 설치된 휴게소(10개)				
1	ㅎ고속도로	◈◈ 휴게소(- 방향)	2016	■점멸식 신호등
2		◈◈ 휴게소(- 방향)	2016	■점멸식 신호등
3		ㄱㅇ 휴게소(- 방향)	2016	■점멸식 신호등
4		ㄱㅇ 휴게소(- 방향)	2016	■점멸식 신호등
5	ㅃ고속도로	☏☏ 휴게소	2017	■점멸식 신호등 ■감속유도 차선
6		◥◥ 휴게소	2017	■점멸식 신호등 ■감속유도 차선
7		☎☎ 휴게소	2017	■점멸식 신호등 ■감속유도 차선
8		☜☜ 휴게소	2017	■점멸식 신호등 ■감속유도 차선
9	ㅆ고속도로	◓◓ 휴게소	2017	■감속유도 차선
10		▩▩ 휴게소	2017	■감속유도 차선

자료: 국토부 제출자료 재구성

[별표 7]

민자고속도로 터널 제연설비 현황

(단위: m, 개)

연번	고속도로 노선명	일방통행 터널 현황					
		터널명	터널구간 연장	통행방식	상대터널과의 연결 개소	제트팬 개수	제트팬 위치 (개수×열)
1	ㅁ	-터널	2,420	일방	3	6	입구부(2x3)
2	ㅂ	-터널	2,055	일방	2	11	입구부(2x3) 출구부(2x2+1)
3		-터널	1,142	일방	1	10	중앙부(2x5)
4		-터널	1,060	일방	1	10	중앙부(2x5)
5		-터널	1,550	일방	1	11	중앙부(2x5+1)
6	ㅅ	-터널	2,950	일방	3	11	입구부(2x3) 출구부(2x2+1)
7		-터널	2,197	일방	2	9	입구부(2x3) 출구부(1x3)
8		-터널	970	일방	1	7	입구부(2x2) 출구부(2x1+1)
9		-터널	1,685	일방	2	8	입구부(2x3) 출구부(2x1)
10		-터널	3,997	일방	5	23	입구부(2x8+1) 출구부(2x3)
11	ㅇ	-터널	1,599	일방	3	8	입구부(2x2) 출구부(2x2)
12	ㅈ	-터널	1,229	일방	1	8	입구부(2x2+1) 출구부(2x1+1)
13		-터널	1,270	일방	1	7	입구부(2x2) 출구부(2x1+1)
14		-터널	1,348	일방	1	7	입구부(2x2) 출구부(2x1+1)
15		-터널	1,154	일방	1	7	입구부(2x2) 출구부(2x1+1)
16		-터널	2,205	일방	2	9	입구부(2x2+1) 출구부(2x2)
17	ㅊ	※※※※	1,677	일방	6	6	입구부(2x2) 출구부(2x1)
18		-터널	1,215	일방	4	6	입구부(2x2) 출구부(2x1)
19		※※	1,135	일방	4	8	입구부(2x2) 출구부(2x2)

연번	고속도로 노선명	일방통행 터널 현황					
		터널명	터널구간 연장	통행방식	상대터널과의 연결 개소	제트팬 개수	제트팬 위치 (개수×열)
20	ㅍ	-터널	980	일방	3	7	입구부(2x2) 출구부(2x1+1)
21		-터널	1,749	일방	6	8	입구부(2x2) 출구부(2x2)
22		-터널	2,998	일방	11	10	입구부(2x3) 출구부(2x2)
23		-터널	908	일방	3	6	입구부(2x1) 중앙부(2x1) 출구부(2x1)
24		-터널	3,310	일방	13	13	입구부(2x3) 출구부(2x3+1)
25	ㅎ	-터널	1,611	일방	6	8	입구부(2x2) 출구부(2x2)
26		-터널	896	일방	3	5	입구부(2x1+1) 출구부(2x1)
27		-터널	1,601	일방	6	8	입구부(2x2) 출구부(2x2)
28		-터널	1,671	일방	6	8	입구부(2x2) 출구부(2x2)
29		-터널	1,211	일방	4	7	입구부(2x2) 출구부(2x1+1)
30		-터널	2,790	일방	11	11	입구부(2x3) 출구부(2x2+1)
31	ㄱ	-터널	2,057	일방	8	9	입구부(2x2+1) 출구부(2x2)
32		-터널	3,285	일방	12	28	입구부(2x7) 출구부(2x7)
33		-터널	1,330	일방	5	7	입구부(2x2) 출구부(2x1+1)
34		-터널	1,975	일방	8	9	입구부(2x2+1) 출구부(2x2)
35	ㄸ	-터널	5,460	일방	22	20	입구부(2x4) 중앙부(2x2) 출구부(2x4)
36	ㅃ	-터널	965	일방	3	7	입구부(2x2) 출구부(2x1+1)
37		-터널	1,965	일방	7	13	입구부(2x3+1) 출구부(2x3)
38		-터널	980	일방	3	8	입구부(1x4) 출구부(1x4)
39	ㅆ	-터널	3,605	일방	14	34	입구부(2x8) 출구부(2x9)
40		-터널	1,255	일방	6	8	입구부(2x2) 출구부(2x2)
41		-터널	1,670	일방	6	8	입구부(2x2) 출구부(2x2)
42	ㄱ	-터널	4,885	일방	14	36	입구부(2x5) 중앙부(2x8) 출구부(2x5)
43		-터널	2,760	일방	11	12	입구부(2x3) 출구부(2x3)

자료: 국토부 제출자료 재구성

[별표 8]

내진성능평가 방법이 변경된 건축물 중 내진성능평가 미실시 현황

(단위: 년, ㎡)

민자사업자	건축물명	준공연도	연면적	당초 계획	국토부 및 민자사업자 의견
◁◁㈜	본관동	2008	3,970	미수립	2022년 내진성능평가 실시
	ㄴㄴ휴게소(부산 방향)	2008	3,192	미수립	2022년 내진성능평가 실시
	ㄴㄴ휴게소(울산 방향)	2008	3,192	미수립	2022년 내진성능평가 실시
	-영업소	2008	730	미수립	2022년 내진성능평가 실시
	-영업소	2008	720	미수립	2022년 내진성능평가 실시
	-영업소	2008	730	미수립	2022년 내진성능평가 실시
	-영업소	2008	600	미수립	2022년 내진성능평가 실시
	◐◐영업소	2008	598	미수립	2022년 내진성능평가 실시
	-영업소	2008	598	미수립	2022년 내진성능평가 실시
	-영업소	2008	743	미수립	2022년 내진성능평가 실시
	-영업소	2016	522	미수립	2022년 내진성능평가 실시
	-관리소	2008	598	미수립	2022년 내진성능평가 실시
◇◇㈜	-휴게소(- 방향)	2009	4,580	미수립	2021년 내진성능평가 실시
	-휴게소(- 방향)	2009	4,583	미수립	2021년 내진성능평가 실시
♤♤㈜	영업소 및 관리사무소	2009	7,754.7	미수립	2022년 내진성능평가 실시
	기념관	2009	1,582.3	미수립	2022년 내진성능평가 실시
♧♧㈜	통합관리소	2009	3,345.4	미수립	2022년 내진성능평가 실시
▲▲㈜	유지관리사무소	2017	2,089	미수립	2023년 내진성능평가 실시
	정비창고동	2017	792	미수립	2024년 내진성능평가 실시
	-영업소	2017	612	미수립	2025년 내진성능평가 실시
▶▶㈜	-영업소	2017	2,767	미수립	2022년 내진성능평가 실시
	-영업소	2017	532	미수립	2022년 내진성능평가 실시
	-영업소	2017	532	미수립	2022년 내진성능평가 실시
	-영업소	2017	532	미수립	2022년 내진성능평가 실시
	-영업소	2017	532	미수립	2022년 내진성능평가 실시
	-영업소	2017	532	미수립	2022년 내진성능평가 실시

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

[별표 9]

내진성능평가 대상에 포함된 건축물 중 내진성능평가 미실시 현황

(단위: 년, ㎡)

민자사업자	건축물명	준공연도	연면적	당초 계획	국토부 및 민자사업자 의견
◇◇㈜	ㄹㅇ영업소	2009	630	미수립	2021년 내진성능평가 실시
	◎◎영업소/정비동	2009	1,225	미수립	2021년 내진성능평가 실시
	-영업소	2009	831	미수립	2021년 내진성능평가 실시
	-영업소	2009	795	미수립	2021년 내진성능평가 실시
	-영업소	2009	737	미수립	2021년 내진성능평가 실시
	-영업소	2009	737	미수립	2021년 내진성능평가 실시
	-영업소	2009	737	미수립	2021년 내진성능평가 실시
	-영업소	2009	795	미수립	2021년 내진성능평가 실시
	-관리사무소	2009	623	미수립	2021년 내진성능평가 실시
	-관리사무소	2009	545	미수립	2021년 내진성능평가 실시
	-관리사무소	2009	545	미수립	2021년 내진성능평가 실시
	-관리사무소	2009	545	미수립	2021년 내진성능평가 실시

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성