성과감사

분류번호	2021-성과-002

감 사 보 고 서

- 민자도시도로 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. 특수교 안전관리 부적정 ····· 14

나. 터널 방재기준 강화에 따른 기존 시설물 미보강 ····· 25

다. 적재량 측정차로 의무 진입대상 규정 불합리 ····· 34

3. 시설물 유지관리 분야 ····· 41

가. 안전진단 결과에 따른 결함부재 유지보수 부적정 ····· 46

나. 서수원～의왕고속화도로 노후 교량 유지보수 부적정 ····· 55

다. 터널 제연설비 운영 부적정 ····· 62

라. 차선 재귀반사성능 유지관리 부적정 ····· 71

마. 건축물 내진성능 확보 부적정 ····· 79

[별표] ····· 85

Ⅳ. 감사결과 통보사항 일람표 ····· 105

표 목차

[표 1] 지방자치단체 소관 민자도시도로 개통 현황 ····· 1
[표 2] 분야별 감사중점 ····· 2
[표 3] 민자도시도로 현황 ····· 5
[표 4] 민자도시도로의 종류 및 도로관리청 ····· 6
[표 5] 민자도시도로 사업 추진 관련 규정 ····· 7
[표 6] 분야별 지적사항 ····· 9
[표 7] 민자도시도로 운영평가 내용 ····· 10
[표 8] 민자도시도로 시설물 현황 ····· 11
[표 9] 특수교의 설치 및 운영 현황(2017년 1월 기준) ····· 12
[표 10] 주요 방재시설 및 설치 기준 ····· 13
[표 11] 피뢰대책을 수립해 피뢰설비를 설치해야 하는 특수교 현황 ····· 16
[표 12] 거가대교 피뢰설비 설치 현황 ····· 19
[표 13] 지진가속도계측기 미설치 및 미연계 특수교 현황 ····· 21
[표 14] 도로터널 방재시설의 종류 ····· 26
[표 15] 위험도지수 산정 방법 ····· 26
[표 16] 연장등급 및 방재등급 기준에 따른 터널등급 ····· 27
[표 17] 터널 연장에 따른 방재설비 설치대상 ····· 28
[표 18] 지산터널과 산수터널 현황 ····· 29
[표 19] 연속터널 적용에 따른 방재등급 재산정 결과 ····· 32
[표 20] 화물자동차의 운행제한 관련 규정 ····· 36
[표 21] 민자도시도로 적재량 측정차로 운영 현황 ····· 38
[표 22] 민자도로 유지관리 관련 법령 체계 ····· 41
[표 23] 시설물의 상태평가 방법 ····· 42
[표 24] 시설물 종류 및 안전등급 현황 ····· 43

[표 25] 세부 부재별 결함의 평균보수율 현황 ····· 43
[표 26] 차선도색별 의미 ····· 45
[표 27] 시설물의 안전등급 ····· 47
[표 28] 결함도 점수 범위에 따른 시설물 전체의 안전등급 기준 ····· 47
[표 29] 등급별 결함부재 발생 현황 ····· 50
[표 30] 등급별 결함부재 보수 현황 ····· 51
[표 31] 교량 바닥판 상태조사 현황(2017년 9월) ····· 59
[표 32] 사용 연수 20년 경과 교량의 바닥판 GPR 조사 결과 ····· 60
[표 33] 화재차량의 종류에 따른 화재강도 및 연기발생량 ····· 65
[표 34] 차선 도색 설치재료 ····· 72
[표 35] 설치재료별 재귀반사성능 ····· 73
[표 36] 차선의 최소 재귀반사성능 기준 ····· 75
[표 37]「도로교통법 시행규칙」개정 이후 실시한 차선 설치공사 ····· 77
[표 38] 지역별 내진설계 지역계수 ····· 80
[표 39] 건축물 내진 기준 변경 명세 ····· 81

그림 목차

[그림 1] BTO 방식 ····· 7
[그림 2] 민간제안사업의 업무 추진 절차 ····· 8
[그림 3] 특수교의 종류와 개념도 ····· 12
[그림 4] 주요 피뢰설비 설치도 ····· 17
[그림 5] 지진가속도계측기와 지진가속도계측자료 통합관리시스템의 연계 ····· 20
[그림 6] 광주제2순환도로(두암~소태) 구간 ····· 25
[그림 7] 진입차단설비 설치도 ····· 31
[그림 8] 화물자동차 적재량 측정차로 배치 및 측정설비 구조 ····· 34
[그림 9] 운행제한 위반 단속 절차 ····· 35
[그림 10] 시설물 유지관리 흐름도 ····· 42
[그림 11] 터널 내 연기 배출 방식 예시 ····· 44
[그림 12] 교량받침 교체 방안 ····· 53
[그림 13] 교량 바닥판의 구조와 포장층 시공 ····· 56
[그림 14] 교량 바닥판 GPR 조사 방법 ····· 57
[그림 15] 시간별 성층화 진행 추이 ····· 63
[그림 16] 도로터널에서의 화재 발생 시 대피환경 확보 방안 ····· 64
[그림 17] 제트팬 설치 단면 ····· 64
[그림 18] 터널 화재의 위치에 따른 제트팬 운전조건(가동순서 등) 예시 ····· 66
[그림 19] 차선의 재귀반사성능 ····· 72
[그림 20] 차선의 재귀반사성능 측정 ····· 74
[그림 21] 지진하중 산정 절차(등가정적 해석법의 경우) ····· 79
[그림 22] 내진성능평가 절차 및 내진보강 사례 ····· 81

사진 목차

[사진 1] 서해대교 낙뢰・화재사고(2015. 12. 3.) ····· 14
[사진 2] 거가대교 2주탑교, 3주탑교 전경 ····· 18
[사진 3] 지진가속도계측기 설치 및 연계 절차 ····· 20
[사진 4] 울산대교 전경 ····· 22
[사진 5] 순천~완주고속도로 사매2터널 다중 추돌 및 화재 사고 ····· 29
[사진 6] 인접터널 현황 ····· 32
[사진 7] 시설물 주요결함 현황 ····· 50
[사진 8] 교량 바닥판의 손상 과정 ····· 56
[사진 9] 화재 초기 모든 제트팬 가동으로 인한 연기 교란 및 확산(강남순환로 관악터널) ····· 69

Ⅰ. 감사실시 개요

1. 감사배경 및 목적

부산광역시가 2000년 1월 백양터널(2.3㎞)을 개통한 이후 2021년 3월 현재 [표 1]과 같이 14개 지방자치단체에서 31개 민자도시도로(194.6㎞)를 개통하여 운영 중이다.

[표 1] 지방자치단체 소관 민자도시도로 개통 현황

(단위: 개, ㎞)

구분	합계	2000~2010년	2011~2015년	2016~2021년 3월 현재
도로 수	31	17	7	7
연장(㎞)	194.6	75.3	72.5	46.8

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

그런데 2021년 3월 현재 31개 민자도시도로 중 17개가 10년 이상이 경과해 시설물의 노후화가 진행되는 등 시설물 관리에 소요되는 비용이 점차 증가하고 있으나 지방자치단체에서 직접 관리하는 시설물에 비해 민자사업자가 관리하는 시설물은 사업 수익성 악화 등을 사유로 시설물 개선 요구사항이 적시성 있게 반영되지 못할 가능성이 있다.

이에 따라 감사원은 지방자치단체 소관 민자도시도로를 대상으로 안전 및 유지관리실태를 점검해 공공시설 전환 시까지 시설물 상태를 안전하게 유지하도록 하는 등 도로 이용의 안전성을 높이고자 2021년도 연간 감사계획에 반영하여 이번 감사를 실시하게 되었다.

2. 감사중점 및 대상

이번 감사는 [표 2]와 같이 민자도시도로 시설물 중 안전관리가 소홀할 경우 재난 및 대형 교통사고가 발생할 우려가 높은 교량 및 터널을 중심으로 안전관리 체계 및 시설물 유지관리 분야를 정하여, 분야별 실태와 적정성을 현장 중심으로 점검하는 데 중점을 두었다.

[표 2] 분야별 감사중점

구분	분야별 감사중점
안전관리 체계 분야	▪ 안전기준 강화에 따른 시설물 보수 · 보강 계획 ▪ 도로 이용자의 안전을 위한 관련 법령 체계의 적정성
시설물 유지관리 분야	▪ 주요 시설물 보수 · 보강의 적정성 ▪ 터널방재시설 운영 및 도로안전시설 유지관리의 적정성

이를 위하여 민자사업자의 유지관리 업무를 지도·감독하는 서울특별시 등 14개 지방자치단체 및 민자도시도로의 안전 및 유지관리 제도 등을 총괄하는 국토교통부 등을 대상으로 안전관리 체계 및 시설물 보수·보강 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, 민자도시도로 현장을 방문하여 교량, 터널 등의 상태를 확인하는 등 사전 자료수집을 하였다.

이와 같은 감사 준비 과정을 거쳐 2021. 1. 25.부터 같은 해 3. 12.까지[1] 총

1) 코로나19 상황과 사회적 거리두기 단계 등을 고려하여 감사기간 동안 서면·비대면 중심으로 감사를 하였고, 대

15일간 감사인원 7명(국토안전관리원 전문가 1명 포함)을 투입하여 민자도시도로 주무관청인 14개 지방자치단체(31개 민자도시도로 사업자 포함)를 대상으로 실지 감사를 실시하였다.

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. 1. 감사위원회의의 의결로 감사결과를 최종 확정하였다.

면 감사는 필요한 범위에서 최소한으로 실시하였음

Ⅱ. 감사대상 현황[2]

[범 례]

이하 다음의 약칭을 사용한다.

<기관명>

- 국토교통부: 국토부
- 행정안전부: 행안부
- 지방자치단체: 지자체

<법령명>

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

<기타>

- 「도로법」 제10조 제1호의 고속국도: 고속도로
- 「도로법」 제112조 및 「유료도로법」 제14조에 따라 한국도로공사가 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. 민자도시도로 현황

서울특별시 등 14개 지자체는 [표 3]과 같이 2021년 3월 기준 31개 민자도시도로를 관리하고 있으며, 이 중 8개 노선은 운영기간(20~40년) 동안 투자원금을 회수하지 못할 경우 최소운영수입[3]을 보장받도록 실시협약이 체결되어 있다.

한편 전체 노선의 절반 이상인 17개 노선이 운영 개시 후 10년 이상 지나

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

시설물의 노후화가 진행되면서 안전 관련 시설비용의 부담이 점차 증가할 것으로 예상된다.

[표 3] 민자도시도로 현황

(단위: ㎞, 대)

구분	노선	주무관청	운영기간	연장	일교통량	민자시행자
1	우면산터널	서울특별시	'04년 1월~'34년 1월	3.0	35,346	우면산인프라웨이㈜
2	용마터널	서울특별시	'14년 11월~'44년 11월	3.6	31,001	용마터널㈜
3	강남순환로	서울특별시	'16년 7월~'46년 7월	12.4	117,316	강남순환도로㈜
4	을숙도대교	부산광역시	'10년 2월~'40년 1월	5.2	36,200	을숙도대교㈜
5	백양터널	부산광역시	'00년 1월~'25년 1월	2.3	77,700	금호개발상사㈜
6	수정산터널	부산광역시	'02년 4월~'27년 4월	2.4	49,300	㈜이도
7	부산항대교	부산광역시	'14년 8월~'44년 8월	3.3	47,400	북항아이브리지㈜
8	산성터널	부산광역시	'18년 10월~'48년 9월	5.6	31,800	부산산성터널㈜
9	천마터널	부산광역시	'19년 4월~'49년 3월	3.3	27,500	천마산터널㈜
10	거가대교	부산광역시·경상남도	'10년 12월~'50년 12월	8.2	23,000	GK해상도로㈜
11	범안로	대구광역시	'02년 9월~'26년 8월	7.3	43,505	대구동부순환도로㈜
12	앞산터널로	대구광역시	'13년 6월~~'39년 6월	10.4	47,951	대구남부순환도로㈜
13	문학터널	인천광역시	'02년 4월~'22년 3월	1.5	37,379	문학개발㈜
14	원적산터널	인천광역시	'04년 7월~'34년 7월	2.3	10,494	원적산터널㈜
15	만월산터널	인천광역시	'05년 7월~'35년 7월	2.9	21,887	만월산터널㈜
16	광주제2순환(두암~소태)	광주광역시	'00년 11월~'28년 12월	5.7	58,575	광주순환도로투자㈜
17	광주제2순환(효덕~풍암)	광주광역시	'04년 10월~'34년 11월	3.5	53,074	광주순환㈜
18	광주제2순환(서창~신가지)	광주광역시	'07년 5월~'34년 4월	4.6	73,259	광주제2순환도로㈜
19	천변도시고속화도로	대전광역시	'04년 9월~'31년 12월	4.9	60,453	대전천변도시고속화도로㈜
20	울산대교	울산광역시	'15년 6월~'45년 6월	8.4	47,298	울산하버브릿지㈜
21	서수원~의왕고속화도로	경기도	'13년 2월~'42년 1월	13.1	148,495	경기남부도로㈜
22	일산대교	경기도	'08년 5월~'38년 5월	1.8	72,950	일산대교㈜
23	제3경인고속화도로	경기도	'10년 8월~'40년 7월	14.3	209,469	제삼경인고속도로㈜
24	비봉~매송고속화도로	화성시	'17년 7월~'47년 7월	8.9	35,481	화성도시고속도로㈜

구분	노선	주무관청	운영기간	연장	일교통량	민자시행자
25	수석~호평도시고속도로	남양주시	'11년 9월~'41년 8월	11.2	30,413	남양주도시고속도로㈜
26	덕송~내각고속화도로	남양주시	'17년 4월~'47년 4월	4.9	10,362	덕송내각고속화도로㈜
27	수원북부순환로	수원시	'20년 9월~'50년 9월	7.7	-	수원순환도로㈜
28	미시령터널	강원도	'06년 7월~'36년 7월	3.7	5,802	미시령동서관통도로㈜
29	마창대교	경상남도	'08년 7월~'38년 7월	1.7	39,646	㈜마창대교
30	창원~부산간도로	경상남도	'13년 11월~'45년 12월	22.5	49,659	경남하이웨이㈜
31	팔룡터널	창원시	'18년 11월~'47년 10월	4.0	10,474	팔룡터널㈜
계(31개 노선) (음영 표시된 노선 8개는 최소운영수입보장 노선을 의미)				**194.6**	**1,543,189**	**-**

자료: 2020년 도로현황조서(국토부) 재구성

2. 민자도시도로 사업 추진 체계

가. 도로의 구분

'도로'는 「도로법」 제10조에 따라 고속국도와 일반국도 및 특별시도·광역시도, 지방도, 시·군·구도 등으로 구분되며, 이 중 지자체를 주무관청(유료도로관리청)으로 하는 민자도시도로(31개)는 총연장이 194.6㎞로 [표 4]와 같이 구분되어 있다.

[표 4] 민자도시도로의 종류 및 도로관리청

구분	정의	도로관리청
특별시도·광역시도	▸특별시 또는 광역시 관할 구역 내 도로	특별시장·광역시장
지방도	▸도(道) 또는 특별자치도의 관할 구역에 있는 도로 중 주요 도시를 연결하며 해당 지역의 간선도로망을 이루는 도로 등	도지사·특별자치도지사
시·군·구도	▸특별자치시, 시, 군, 구 관할 구역 내 도로	특별자치시장·시장·군수·구청장

자료: 「도로법」 제10조 재구성

나. 민자도시도로 관계규정

민자도시도로는 [표 5]와 같이 민간투자법 및 「민간투자사업 기본계획」(기

획재정부 고시) 등에 따라 지자체에서 민간투자법 제10조에 따라 수립하는 사업별 시설사업기본계획을 기준으로 사업시행자의 제안을 받고, 지자체와 민자사업자(SPC[4]) 간에 실시협약을 체결하여 사업을 추진한다.

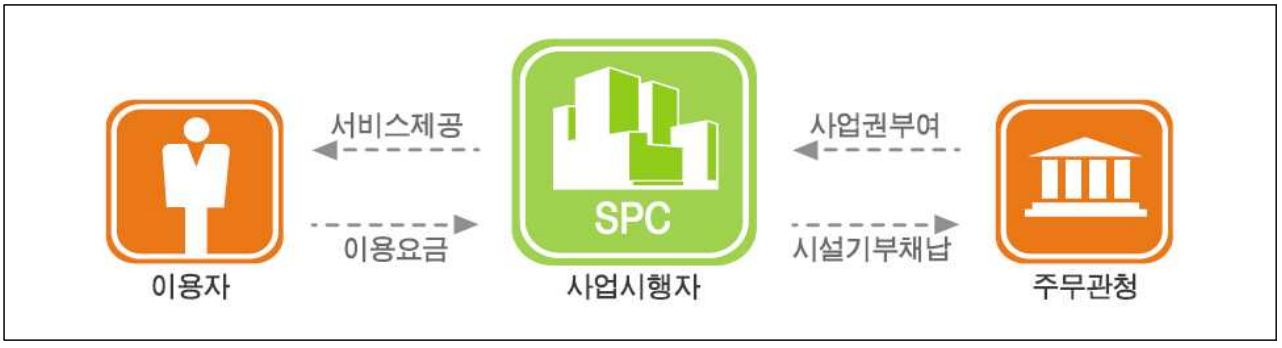
[표 5] 민자도시도로 사업 추진 관련 규정

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

자료: 민간투자법 등 재구성

민간투자법에 따라 사업이 추진되는 민자도시도로는 [그림 1]과 같이 수익형 민간투자사업(BTO: Build-Transfer-Operate) 방식으로 추진되는데 민자사업자는 도로를 준공(Build)한 후 소유권을 지자체로 이전(Transfer)하며 일정기간(20~40년간) 동안 관리운영권(Operate)을 부여받고, 이용자의 사용료(통행요금)로 투자금을 회수하는데, 31개 민자도시도로 중 8개는 운영기간(20~40년) 동안 투자원금을 회수하지 못할 경우 실시협약에 따라 최소운영수입을 보장받는다.

[그림 1] BTO 방식



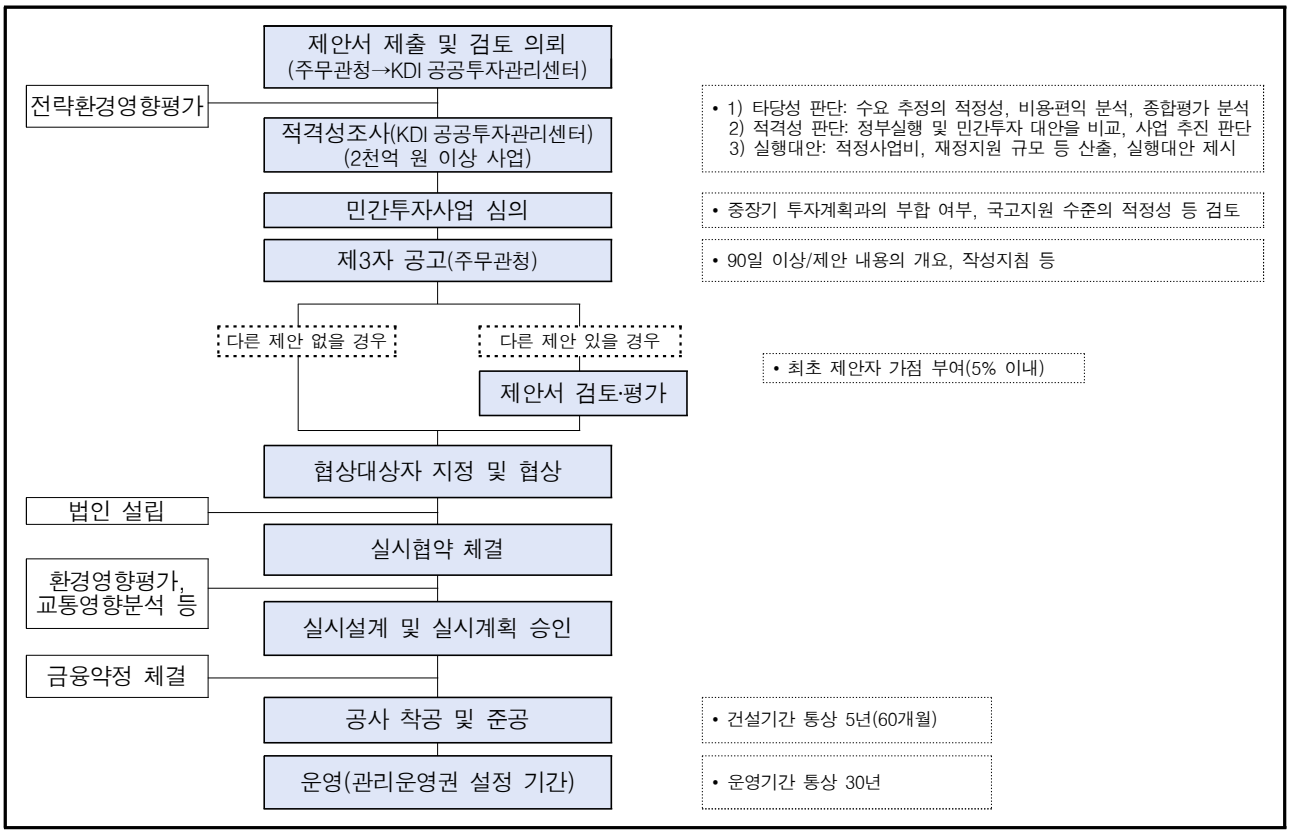
자료: 국토부 제출자료 재구성

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

다. 민자도시도로 업무 추진 절차

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

[그림 2] 민간제안사업의 업무 추진 절차



자료: 국토부 제출자료 재구성

Ⅲ. 감사결과

1. 감사결과 총괄

감사결과 [표 6]과 같이 국토부 및 지자체 등을 대상으로 총 38건의 위법·부당사항이 확인되었다.

[표 6] 분야별 지적사항

(단위: 건)

구분	합계	통보
합계	**38**	**38**
안전관리 체계 분야	7	7
시설물 유지관리 분야	31	31

감사결과 확인된 주요 문제점은 다음과 같다.

분야	주요 감사결과
안전관리 체계 분야	■ 특수교 낙뢰사고에 대비한 피뢰설비를 미보강하고, 지진가속도계를 미설치 또는 미연계하는 등 안전관리 미흡 ■ 터널 내 안전사고 방지를 위해 방재시설 설치기준 등이 강화되었으나 대상시설 미설치 ■ 2015년 「도로법」을 개정해 화물자동차 운전자에게 적재량 측정차로 진입의무를 부여하면서 고속도로와 같이 적재량 측정차로가 설치되어 있는 민자도시도로를 진입의무 대상에서 제외
시설물 유지관리 분야	■ 교량 등 시설물은 안전등급을 평가해 B등급 이상을 유지하는 것이 원칙이나 결함부재 상당수를 보수하지 않고 방치함에 따라 관리교량의 2/3가 C등급 이하로 악화 ■ 교량 바닥판은 장기사용에 따른 손상을 보강하기 위해 '바닥판 상태조사'를 하여 보수대책을 수립하여야 하나 노후교량 상당수에 대해 보수대책 미수립 ■ 터널 제연설비(제트팬)는 화재 발생 위치 등 상황별 운영매뉴얼을 구비해 가동하여야 하나 적합한 운영매뉴얼을 구비하지 않거나 화재 시 방재관리지침과 다르게 운전 ■ 2019년 6월 개정된 「도로교통법」에 따라 습윤상태에서도 휘도 기준을 충족하여야 하나 11개 민자도시도로에서 습윤상태 기준을 미충족한 상태로 차선 도색

이에 대하여 거가대교 등 특수교에 대하여 피뢰대책의 이행 여부 등을 점검하는 방안을 마련하도록 부산광역시 등에 통보하였으며, 광주광역시장 등에게 터널 내 방재시설을 방재등급에 맞게 보완하는 방안을 마련하도록 통보하는 등 국토부, 행안부 및 민자도시도로의 주무관청인 14개 지자체에 38건을 통보하였다.

2. 안전관리 체계 분야

2.1. 실 태

가. 민자도시도로 안전관리 체계

1) 지자체와 민자사업자의 관계

지자체는 「유료도로법」 제14조 등에 따라 도로 유지관리 업무 등을 유료도로관리권자인 민자사업자에게 대행하게 하고, 같은 법 제23조의2에 따라 민자도시도로를 안전하고 효율적으로 유지관리할 수 있도록 지도·감독하고 있다.

2) 민자도시도로 유지관리계획 수립

민자사업자는 민자도시도로 시설물에 대하여 「민자도로의 유지·관리 및 운영 기준」(국토부 고시) 제4조에 따라 유지관리계획(5년 주기) 및 유지관리시행계획(매년)을 수립하고 지자체는 이에 대한 적정성을 검토하고 있다.

3) 민자도시도로 운영평가 실시

지자체는 「유료도로법」 제23조의2 및 「민자도로의 운영평가 기준」(국토부 고시)에 따라 2019년부터 [표 7]과 같이 매년 도로 안전성 등 4개 분야를 평가한다.

[표 7] 민자도시도로 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 제공 실적	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 개선 실적 10) 도로운영 관련 법령/규정 등 준수 여부	16) 사회편익 기여활동

자료: 「민자도로의 운영평가 기준」 재구성

그러나 운영평가의 세부 항목이 민자사업자의 관리 노력이나 민자도로의 관

리 상태를 객관적으로 반영하지 못하여[5] 민자사업자의 유지관리 개선을 유도하는 데에는 한계가 있고, 운영평가 결과에 따라 민자사업자에게 인센티브나 페널티를 부여하지 않음으로써 실효성도 부족하여 국토부는 한국교통연구원(민자도로관리지원센터)을 통해 운영평가의 항목 변경 등 개선방안을 검토 중이다.

나. 민자도시도로 시설물 현황 및 안전관리 기준

시설물안전법에 따라 관리되는 도로의 주요 시설물로는 교량, 터널(지하차도 포함), 옹벽, 사면 등이 있으며, 연장 및 중요도 등에 따라 1~3종으로 관리되는데, 지자체가 주무관청인 민자도시도로의 시설물 현황은 [표 8]과 같다.

[표 8] 민자도시도로 시설물 현황

(단위: 개)

계	교량			터널(지하차도)			옹벽			사면		
	1종	2종	3종	1종	2종	3종	1종	2종	3종	1종	2종	3종
390	121	39	20	57 (3)	36 (8)	2 (2)	-	60	-	-	55	-

자료: 시설물통합정보관리시스템(FMS) 등록자료

특히, 교량 중에서 사장교, 현수교와 같은 특수교는 일반 교량에 비해 특별한 관리가 요구되는데 민자도로에는 총 8개[6]의 특수교가 있다.

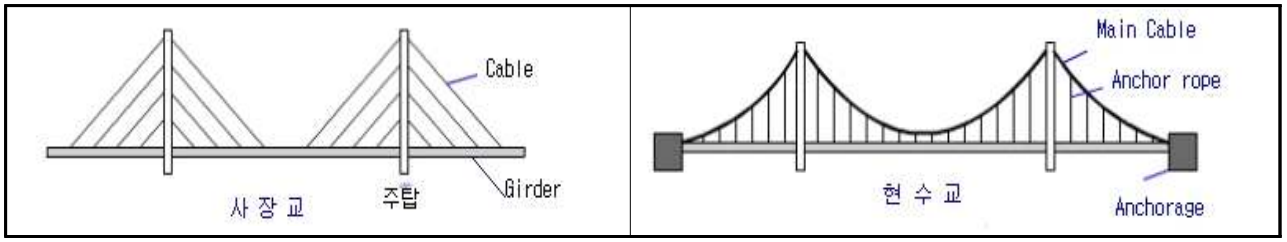
1) 특수교 현황 및 안전관리 기준

특수교는 [그림 3]과 같이 교각(橋脚) 없이 주탑에 연결한 케이블이 바닥판(Deck Plate)과 거더(Girder, 대들보)를 지탱하는 구조로, 주탑에서 바닥판까지 비스듬하게 당겨진 케이블로 거더와 조합된 바닥판을 위쪽 방향에서 지지하게 함으로써 거더에 작용하는 하중을 경감시켜 경간[7]을 길게 한 사장교와 2개의 주

5) 세부항목 중 교통사고 발생률의 경우 발생 원인이 인적 과실(이용자)과 시설물 관리 부실(사업자)로 복합적일 수 있고, 손해배상 사례에서 대부분 이용자 과실로 처리되어 세부항목 반영 조정이 필요
6) 거가대교(2주탑교, 3주탑교), 부산항대교, 인천대교, 인천대교 강사장교, 영종대교, 울산대교, 마창대교
7) 교량에서 하중을 지면에 직접 전달하는 지주와 지주 사이의 거리

탑 사이에 아치 모양으로 늘어뜨린 주 케이블(Main Cable)과 주 케이블에서 수직으로 내려진 보조 케이블(Anchor rope)로 거더와 조합된 바닥판을 지지하여 경간을 더욱 길게 한 현수교가 있다.

[그림 3] 특수교의 종류와 개념도



자료: 국토부 제출자료 재구성

2017년 1월[8] 기준 케이블로 지지되는 특수교 교량은 [표 9]와 같이 전국적으로 총 58개가 사용 중(18개는 건설 중)인데, 이 중 교량 중 8개가 민자도로(민자고속도로 3개, 민자도시도로 5개)에 설치되어 있다.

[표 9] 특수교의 설치 및 운영 현황(2017년 1월 기준)

(단위: 개)

구분	계	도로관리주체			
		민자사업자 (민자고속도로, 민자도시도로)	한국도로공사 (재정고속도로)	국토부 (국도)	지자체 (지방도 등)
계	76	8	4	28	36
사용 중	**58**	**8**	**1(서해대교)**	**16**	**33**
건설 중	18	-	3	12	3

주: 민자사업의 특수교(8개)는 민자고속도로 3개(인천대교, 인천대교 강사장교, 영종대교), 민자도시도로 5개(울산대교, 부산항대교, 거가대교 2주탑교, 거가대교 3주탑교, 마창대교)

자료: 국토부 제출자료 재구성

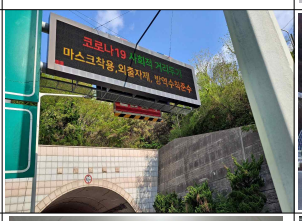
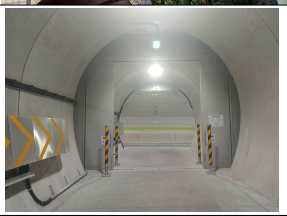
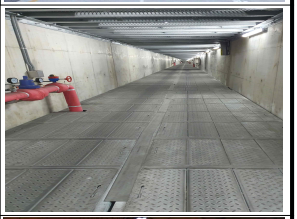
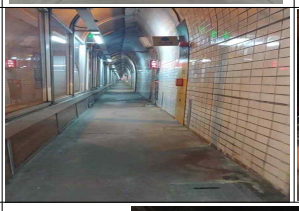
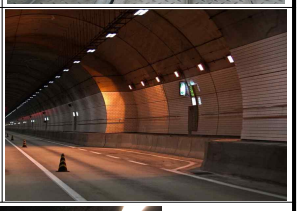
국토부는 도로이용자의 안전을 높이고자 2016년 7월 「도로교 설계기준」을 개정하여 특수교에 대한 피뢰설비 설치기준을 신설하였고, 피뢰설비의 규격과 설계방법 등은 한국산업규격(KS)을 따르도록 하는 등 특수교에 대한 안전관리 기준을 강화하고 있다.

2) 터널 방재시설 현황 및 설치·관리 기준

8) 국토부가 2017년 1월 실시한 "특수교 낙뢰 위험도 평가용역"의 현황자료에 대한 기준시점임

도로터널은 반밀폐 구조 등으로 사고 발생 시 심각한 물적·인적 피해를 유발할 수 있어 [표 10]과 같이 터널 내 방재시설이 다수 설치되고 있다.

[표 10] 주요 방재시설 및 설치 기준

구분	방재시설		
경보 설비	**[자동화재탐지설비]** 화재 발생 초기에 열, 연기 등을 자동으로 감지하여 화재 사실을 관리자에게 통보(연장 2등급 이상) **[비상방송설비]** 이용자 등에게 스피커로 비상상황을 전파하고 대피안내 등의 정보를 제공(방재 3등급 이상)		
	[정보표시판] 터널 내 화재 등의 비상상황과 공사 등의 이상 상황을 터널 내외의 운전자에게 전달(방재 2등급 이상) **[진입차단설비]** 터널 내 사고 발생 시 2차 사고 방지를 위해 차량의 진입을 차단하는 설비(방재 2등급 이상)		
피난 대피 설비	**[피난연결통로]** 쌍굴터널을 연결하거나 본선과 평행하게 건설된 피난대피터널을 연결하는 통로(연장 3등급 이상) **[피난대피터널]** 본선 터널과 별도로 설치하여 화재 시 대피자를 안전지역으로 유도하기 위한 터널(연장 1등급 이상)		
	[격벽분리형 피난대피통로] 본선 터널 내에 터널과 구역이 분리된 격벽을 설치해 화재 연기와 열을 차단(연장 2·3등급) **[비상주차대]** 터널 내 고장 또는 사고 차량이 2차 사고를 유발하지 않도록 정차하기 위한 지역(방재 2등급 이상)		
소화 활동 설비	**[제연설비]** 화재 지역으로부터 연기를 배기하거나 대피 반대방향으로 연기 등의 이동을 제어하여 화재 초기에 이용자 스스로 안전을 확보할 수 있도록 하는 설비(방재 2등급 이상)		

자료: 방재관리지침 재구성

2.2. 문제점

- 낙뢰사고에 대비한 피뢰설비 보강 방침 및 지진가속도계 설치·연계 등을 재정도로에만 적용하고 민자도로는 제외하고 있고(**"가항"**), 안전사고 방지를 위해 터널 방재시설 설치기준 등이 강화되었으나 대상시설 미설치(**"나항"**)
- 유료도로에는 도로 파손을 방지하기 위하여 화물자동차 적재량 측정차로가 설치되어 있으나 2015년 「도로법」을 개정해 화물자동차 운전자에게 적재량 측정차로 진입의무를 부여하면서 민자도시도로는 제외하고 고속도로에서만 의무를 부여(**"다항"**)

가 특수교 안전관리 부적정

1) 업무 개요

국토부는 「도로법」에 따른 도로를 총괄하는 중앙행정기관으로서 2015. 12. 3. 서해안고속도로(한국도로공사 관리) 서해대교(사장교)에서 [사진 1]과 같이 발생한 낙뢰·화재사고(케이블 3개 파손, 3명 사상, 15일간 전면 차단 후 보강) 후 재발방지를 위해 2016년 7월 「낙뢰·화재사고 대비 특수교 안전관리 강화방안」(이하 "특수교 안전관리 강화방안"이라 한다)을 수립하여 관리하고 있다.

[사진 1] 서해대교 낙뢰·화재사고(2015. 12. 3.)

자료: 한국도로공사 제출자료 재구성

특수교[9] 안전관리 강화방안의 주요 내용은 ① 특수교를 대상으로 피뢰설비 설치기준 등 「도로교 설계기준」 개정, ② 사용 중인 교량은 2020년까지 단계적으로 주탑, 케이블 등 낙뢰 보호 설비 설치(이하 "피뢰설비 설치"라 한다), ③ "특수교 화재 위험도 평가 및 대응체계 연구용역" 추진 등이다.

부산광역시는 민간투자법 제13조, 제45조 및 실시협약에 따라 거가대교[10],

9) 특수교는 주탑에 연결한 케이블로 거더와 조합된 바닥판을 지지하여 교각 간 거리를 길게 건설하는 형식의 교량으로 사장교와 현수교가 있음. 사장교(斜張橋, Cable-stayed Bridge)는 주탑에서부터 교량 바닥판까지 비스듬히 연결한 케이블로 지지하고, 현수교(懸垂橋, Suspension Bridge)는 주탑과 주탑 사이에 늘어뜨린 주케이블(Main Cable)과 보조케이블(Anchor rope)로 교량 바닥판을 연결함

10) 부산광역시 가덕도와 경상남도 거제시를 연결하는 교량으로서 2주탑교(사장교)와 3주탑교(사장교)로 구성되어 있고 지케이해상도로주식회사가 관리 운영(부산광역시는 2003. 2. 18. 주무관청으로서 거가대교를 건설·운영하는 지케이해상도로주식회사와 실시협약 체결)

부산항대교[11] 등 특수교를 관리 운영하는 민자사업자를 지도·감독하고 있다.

그리고 행안부는 2010년 9월부터 「지진·화산재해대책법」(구 「지진재해대책법」) 제6조 및 같은 법 시행령 제5조 등에 따라 사장교, 현수교와 같은 특수교 중 지진가속도계측기[12] 설치대상 교량(교각 최대간격 200m 이상)을 지정·고시하고 특수교 관리주체로부터 계측자료 및 정기점검 결과를 제출받으며 지진가속도계측기 이행실태를 점검하고 있다.

2) 거가대교 등 낙뢰 위험 특수교 피뢰설비 미설치

가) 관계법령 및 판단기준

■ **낙뢰가 특수교에 미치는 영향**

「낙뢰 연보」(2019년, 기상청)에 따르면 우리나라에서는 연평균 127,420회(10년 평균)의 낙뢰가 발생하는 것으로 되어 있다.

특수교에 직접 영향을 미치는 낙뢰의 규모는 낙뢰모니터링시스템[13]이 설치된 거북선대교(전라남도 여수시 소재, 사장교) 등 3개교를 대상으로 2020년 발생한 낙뢰 횟수를 확인한 결과, 연간 1~2회[14]의 낙뢰가 특수교에 직간접적인 영향을 미치고 있었다.

특수교가 일반적인 교량(강교, 콘크리트교)에 비해 상대적으로 낙뢰에 취약한 이유는 주탑(거가대교 주탑 높이 158m)과 강재 케이블이 주변 지반보다 높은 위치에 있으며, 강재 케이블도 외부가 불에 탈 수 있는 플라스틱류(HDPE)로 감싸

---

11) 부산광역시 남구와 영도구를 연결하는 교량(사장교)으로서 북항아이브리지(주)가 관리 운영
12) 지진으로 인한 시설물 및 지반의 가속도를 계측하여 기록, 저장, 처리 등을 하기 위한 것으로 지진가속도감지기, 지진가속도기록계 등으로 구성된 일체의 장비
13) 낙뢰 발생 일시, 낙뢰의 크기, 횟수를 자동으로 기록 관리하는 시스템으로 의무 설치사항이 아니므로 특수교 전체에 설치되지는 않았고 일부 특수교에 설치되어 있음
14) 거북선대교 2회(2020. 9. 9. 6시 26분 및 28분), 목포대교 1회(2020. 1. 16.), 장자대교 1회(2020. 3. 9.)

져 있고 내부 일부가 기름 성분인 왁스(Wax, 마찰방지용)로 채워져 있는 형식이 있는 한편, 주탑 내부에도 케이블 정착구, 각종 전기·전자시스템(계측, CCTV, 통신, 조명 등) 등이 설치되어 있기 때문이다.

■ **국토부가 피뢰설비 보강이 필요한 특수교를 통보**

서해대교 낙뢰·화재사고(2015. 12. 3.) 후속대책으로 2016년 6월 개정된 「도로교 설계기준」 5.9(피뢰설비)에 따르면 케이블 부재에 낙뢰 피해가 우려되는 경우에는 피뢰대책을 수립·이행하도록 되어 있다.

이에 국토부는 2017년 1월 당시 사용 중인 58개 특수교 전체에 대하여 낙뢰 피해가 우려되는지를 검토하기 위한 "특수교 낙뢰 위험도 평가용역"을 실시하여 같은 해 11월 [표 11] 및 [별표 1] "낙뢰 위험도 평가결과"와 같이 거가대교 등 36개는 낙뢰 위험도가 높아 피뢰대책을 수립해 피뢰설비를 설치해야 하는 것으로 확인하였다.

[표 11] 피뢰대책을 수립해 피뢰설비를 설치해야 하는 특수교 현황

(단위: 개)

구분	계	도로관리주체			
		민자사업자 (민자고속도로, 민자도시도로)	한국도로공사 (재정고속도로)	국토부 (국도)	지자체 (지방도 등)
계	36	**6**	-	10	20

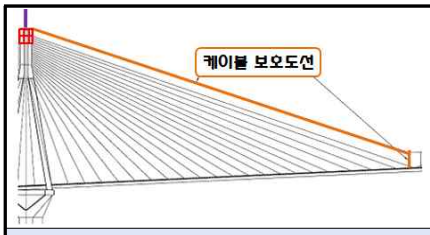
주: 피뢰설비 설치가 필요한 민자사업의 특수교(6개)는 민자고속도로 1개(영종대교), 민자도시도로 5개(거가대교 2주탑교, 거가대교 3주탑교, 부산항대교, 울산대교, 마창대교)이고, 낙뢰 위험도가 기준 이하인 2개(인천대교, 인천대교 강사장교)는 제외됨

자료: 국토부 제출자료 재구성

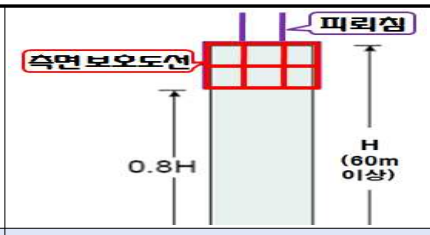
그리고 2018. 4. 24. 위 낙뢰 위험도 평가용역 결과를 특수교 36개를 관리하는 부산광역시(건설본부) 등 도로관리청에 통보하면서 [그림 4]와 같이 피뢰설비[15] 설치(보강) 등 필요한 조치를 하도록 하였다.

15) 피뢰설비의 종류로는 케이블의 낙뢰를 막아 주는 '케이블 보호 도체', 낙뢰 시 전기·전자시스템을 보호하는 '서지보호장치'(SPD: Surge Protective Device), 주탑의 낙뢰를 막아 주는 '주탑 측면 보호', 그 외에 기타 낙뢰 모니터링시스템 등이 있음

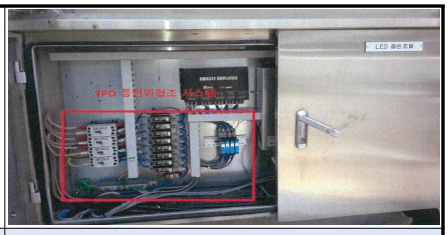
[그림 4] 주요 피뢰설비 설치도



케이블 보호 도체



주탑 측면 보호



서지보호장치(SPD)

자료: 국토부 제출자료 재구성

한편 부산광역시(건설본부)는 2003. 2. 18. 거가대교(2주탑교, 3주탑교)를 관리운영하는 지케이해상도로(주)와 맺은 실시협약의 약정 및 민간투자법에 따른 주무관청으로서 민자사업자의 관리운영 및 유지계획을 승인(실시협약 제15조)하고 필요시 도로(시설물)의 개량 등도 지시할 수 있는 감독 권한이 있다.

■ **국토부 및 도로관리청은 피뢰설비 보강 대상 관리 필요**

따라서 부산광역시는 2018. 4. 24. 국토부로부터 통보받은 특수교 낙뢰 위험도 평가결과에 따라 거가대교 등 피뢰설비 설치가 필요한 특수교에 대하여 이를 관리하는 민자사업자로 하여금 피뢰설비를 설치하도록 하여야 했다.

그리고 국토부는 「도로법」을 관리하고 특수교를 총괄하는 중앙행정기관으로서 사용 중인 교량에는 2020년까지 피뢰설비를 설치하는 “특수교 안전관리 강화방안”에 따라 2020년까지 특수교를 관리하는 각 도로관리청이 피뢰설비를 적정하게 설치하였는지를 확인하여 미흡한 교량은 적정한 조치를 하도록 지도·감독하여야 했다.

나) 감사결과 확인된 문제점

그런데 부산광역시(건설본부)는 2018. 4. 24. 국토부 공문(특수교 낙뢰 위험도 평가결과)을 특수교 관리와 무관한 중구청장 등 기초자치단체 중심으로만 통보하고 거가대교 등 특수교[16]를 관리하는 민자사업자에게 피뢰설비를 설치하도록 통

보하지 않았다.[17]

그리고 국토부는 2020년 12월까지 특수교를 관리하는 각 도로관리청의 피뢰설비 설치 여부를 확인하지 않았다.

이에 대하여 [별표 2] “2017년 1월 당시 사용 중인 교량의 피뢰설비 설치 현황”과 같이 이번 감사원 감사기간 동안 피뢰설비 설치가 필요(국토부의 특수교 낙뢰 위험도 평가결과)한 36개 중 민자사업자(민자고속도로, 민자도시도로)가 관리하는 거가대교 등 6개와 국도 구간(국토안전관리원 관리[18])의 거금대교 등 10개를 합한 16개[19]에 대하여 피뢰설비 설치 여부를 현장 점검[20]한 결과, 국도 구간의 10개교는 피뢰설비를 적정하게 설치한 반면, 민자사업자가 관리하는 6개 중 부산광역시 소재 거가대교 2주탑교, 3주탑교([사진 2] 참조)는 [표 12]와 같이 피뢰설비가 적정하게 설치되어 있지 않았다.[21]

[사진 2] 거가대교 2주탑교, 3주탑교 전경

2주탑교(사장교)	3주탑교(사장교)

자료: 부산광역시 제출자료 재구성

16) 부산광역시에는 특수교 4개[광안대교, 거가대교 2주탑교, 거가대교 3주탑교, 부산항대교]가 있으며, 광안대교는 부산광역시가 관리하는 특수교로서 시공 시 피뢰대책에 따른 피뢰설비 일부가 설치되었고, 2017년 4월 국토부 합동 현장조사 시 부족한 피뢰설비는 2019년 5월 및 2020년 4월 설치 완료하였음

17) 부산광역시(건설본부)는 민자사업자를 감독하는 부산광역시 내부 부서(건설행정과)에도 국토부 공문을 통보하지 않았음

18) 중요 시설물 안전진단 총괄기관인 국토안전관리원이 국토부로부터 관리 위탁을 받아 계측 등의 업무를 담당

19) 지방도 등 구간의 특수교 20개는 감사일정과 인력의 제한으로 현장 점검 대상에서 제외함

20) 피뢰대책 중 주요 피뢰대책 3개 항목[① 케이블 보호 도체, ② 서지보호장치(SPD), ③ 주탑 측면 보호] 위주로 확인하였음

21) 부산광역시 소재 민자사업 특수교인 부산항대교의 경우에도 부산광역시(건설본부)의 업무 과실로 2018년 4월 국토부의 특수교 낙뢰 위험도 평가결과가 전달되지 않았으나 민자사업자[북항아이브리지(주)]가 국토부 합동 현장조사(2017년 4월)를 계기로 피뢰설비를 자체적으로 설치하였음

[표 12] 거가대교 피뢰설비 설치 현황

구분	국토부 피뢰대책(설치가 필요한 피뢰설비)	2021년 3월 현재 피뢰설비 설치 현황	현재까지 미설치한 사유
거가대교 2주탑교	① 케이블 보호 도체, ② 전가전자시스템보호(SPD), ③ 주탑 측면 보호, ④ 기타	①: 미이행, ②: 이행(2017년 1월) ③: 미이행, ④: 미이행	- 낙뢰 위험지가 아니라고 생각하였음 - 부산광역시 피뢰대책 이행 지시를 직접 받지 못해 자율 권고사항으로 인식 - 예산 확보 노력 없었음
거가대교 3주탑교	〃	〃	

자료: 부산광역시 제출자료 재구성

이에 따라 낙뢰 위험도에 맞는 적정한 피뢰설비가 설치되지 않은 거가대교의 경우 낙뢰로 인한 피해가 우려되고, 낙뢰 위험도가 높은 특수교 36개 중 이번 감사원 감사에서 피뢰설비 설치 여부가 확인된 16개를 제외한 나머지 20개(지방도 구간 등)는 낙뢰에 대한 안전성을 추가로 확인[22]할 필요가 있다.

3) 울산대교 등 특수교의 지진가속도계측기 미설치 및 미연계

가) 관계법령 및 판단기준

「지진 연보」(2020년, 기상청)에 따르면 한반도와 주변 해역에서는 규모 2.0 이상의 지진이 연평균 70.7회(1999~2019년 평균) 발생하는 것으로 되어 있고 이 중 대부분이 우리나라 남한에서 발생[23]하고 있다.

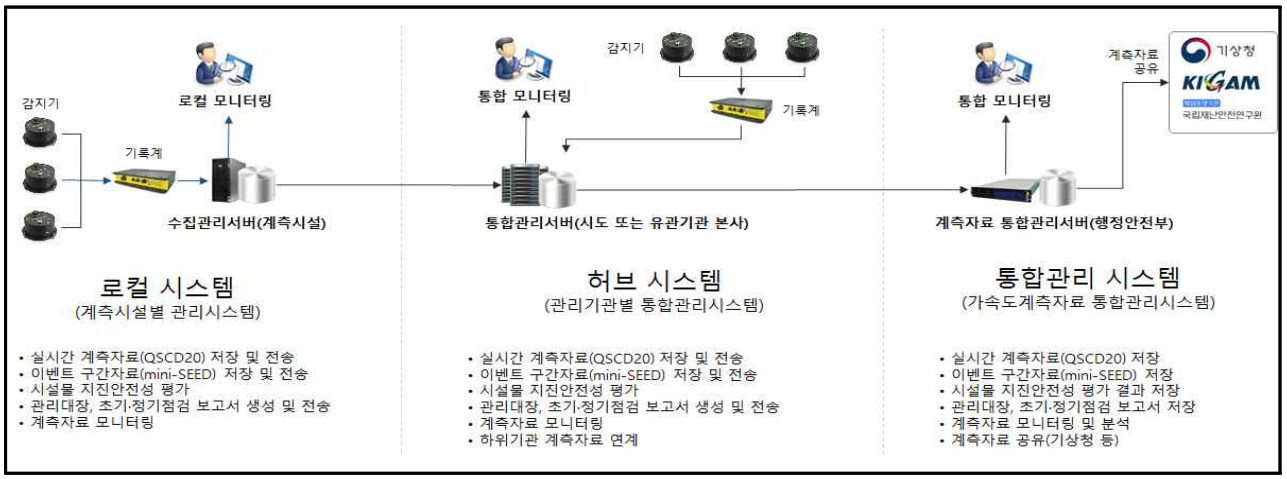
「지진·화산재해대책법」 제6조 제1~2항 및 같은 법 시행령 제5조 제1항 제4호 및 「지진가속도계측기 설치 및 운영기준」(행안부 고시) 제9조([별표 8])에 따르면 지진으로 인한 피해가 우려되는 주요 시설물인 특수교를 설치하거나 관리하는 자는 지진가속도계측기를 설치하여 계측하여야 한다.

「지진·화산재해대책법」 제6조 제3항 및 「지진가속도계측기 설치 및 운영기준」 제41조 등에 따르면 특수교 관리주체는 지진가속도계측기의 계측자료를 [그

22) 현장확인이 필요한 사안으로서 감사기간 중 조사 가능한 범위의 16개를 표본으로 선정(국토안전관리원 관리 교량 등)해 조사함에 따라 나머지 20개교는 특수교를 총괄하는 국토부 등의 추가 조사가 필요함
23) 2020년의 경우 규모 2.0 이상의 지진 68회 중 48회가 남한지역에서 발생하였음

림 5]와 같이 행안부의 지진가속도계측자료 통합관리시스템과 연계하여 행안부에 제출하도록 되어 있다.

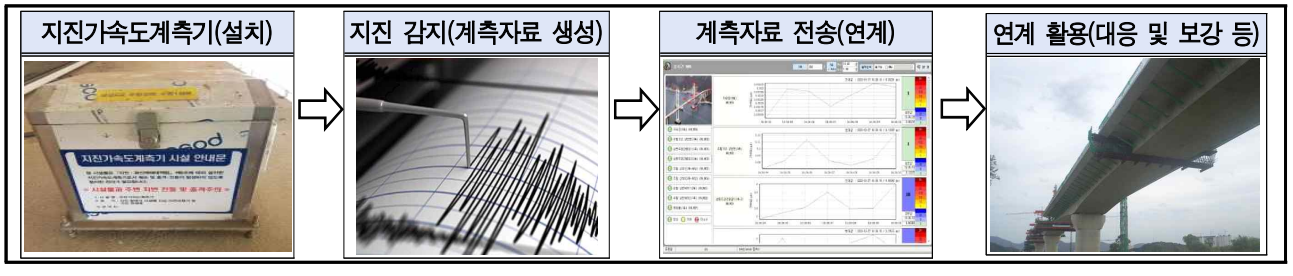
[그림 5] 지진가속도계측기와 지진가속도계측자료 통합관리시스템의 연계



자료: 「지진가속도계측기 설치 및 운영기준」[별표 21]

특수교에 [사진 3]과 같이 지진가속도계측기를 설치하고 행안부의 지진가속도계측자료 통합관리시스템과 연계하는 목적은 특수교는 주탑과 주탑 사이가 길고(200m 이상) 케이블이 교량 바닥판(바닥판과 거더 일체)을 잡아 지탱하는 구조로서 일반적인 교량에 비해 지진 거동이 크므로 특수교의 지진 거동 특성을 효율적으로 계측하여 설계거동한계[24]를 초과하는 거동의 발생 여부를 확인하고 행안부 등이 지진에 체계적으로 대응(긴급 안전성 평가, 피해 예측 및 보강 등)하기 위함이다.

[사진 3] 지진가속도계측기 설치 및 연계 절차



자료: 행안부 제출자료 재구성

24) 설계 시 요구되는 내진성능수준에 맞게 시설물 구성요소에 설정된 거동(변위, 침하 등)의 한계값

아울러 지진가속도계측기의 이상 유무를 즉시 확인, 조치할 수 있고 전국 단위의 진동 측정 자료로 인명 및 시설물 피해 정보를 신속하게 파악하여 대응 전략 마련 등[25]에 활용하기 위함이다.

따라서 행안부는 지진으로 인한 피해가 우려되는 주요 구조물인 특수교를 보호하고 신속, 정확하게 대책을 마련하기 위하여 특수교에 대한 지진가속도계측기 설치 및 연계 여부를 확인하고 지진가속도계측기 설치 및 연계가 미흡한 곳은 보강하도록 지도·감독하여야 한다.

나) 감사결과 확인된 문제점

이에 대하여 이번 감사원 감사기간 동안 전국의 특수교를 대상으로 지진가속도계측기 설치 및 연계 여부를 확인한 결과, [별표 3] "지진가속도계측기 설치·연계 특수교량 현황(2021. 3. 9. 현재)"과 같이 특수교 58[26]개 중 54개는 지진가속도계측기 설치 및 연계를 추진 중이거나 이미 완료한 반면, [표 13]과 같이 민자사업(민자도시도로)의 특수교인 울산대교([사진 4] 참조) 등 4개 특수교는 지진가속도계측기가 설치 또는 연계되어 있지 않았다.

[표 13] 지진가속도계측기 미설치 및 미연계 특수교 현황

(단위: m)

연번	구분	교량명	교량 구조	준공 연도	교량 연장	주탑(교각) 간 거리	관리주체	비고
1	**민자 사업**	**울산대교**	**현수교**	**2015**	**1,150**	**1,150**	**울산하버 브릿지(주)**	**· 민자도시도로 특수교 · 미연계**
2	지방도 등	묘도대교	사장교	2013	1,945	430	전라남도	· 미설치 및 미연계
3		사량대교	사장교	2015	530	280	통영시	· 미설치 및 미연계
4		제2나주대교 (빛가람대교)	사장교	2013	660	225	나주시	· 미설치 및 미연계

25) 계측자료(피해 추정 입력값)는 피해를 추정하고 초기 대응전략 마련을 위한 의사 결정자료로도 활용

26) 행안부는 2020. 6. 4. 전국 54개 특수교를 지진가속도계측기 설치 및 연계 대상시설로 지정·고시(행안부 고시, 제2020-26호)하여 관리하고 있는데, 이번 감사원 감사 시 도로관리주체 전체를 대상으로 교각의 최대간격이 200m 이상인 특수교를 조사한 결과 위 고시된 54개에 누락된 4개가 있어 이를 추가하면 지진가속도계측기 설치 및 연계 대상은 총 58개가 됨

주: ‘미설치’는 지진가속도계측기 설비를 설치하지 않은 상태이고, ‘미연계’는 지진가속도계측기만 설치하고 계측자료를 지진가속도계측자료 통합관리시스템에 통보하는 전산 설비를 갖추지 아니하여 자료 활용이 되지 않는 상태
자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

[사진 4] 울산대교 전경

자료: 울산광역시 제출자료 재구성

그런데 행안부(구 국민안전처)는 지진가속도계측기 설치 및 연계 대상시설을 시설물 관리주체(중앙부처 및 지자체의 법무 담당 등)에 확인하여 「지진가속도계측기 설치 및 운영기준」 제9조([별표 1~14])를 개정[27]하면서 국토부(도로관리 중앙부처) 및 지자체(울산광역시 등)가 설치 추가 대상시설을 회신하지 않아 [표 13]의 특수교 4개가 2013년 및 2015년 개통 이후 지진가속도계측기 설치 및 연계 대상시설 특수교(「지진가속도계측기 설치 및 운영기준」 [별표 8]) 목록에서 제외되어 관리되지 못하고 있는데도 이를 확인하지 않았다.

특히 울산대교의 경우 행안부가 2015. 11. 26.[28] 울산광역시 등에 지진가속도계측기 연계를 위한 소프트웨어를 배포한 후 울산대교 민자사업자[울산하버브릿지(주)] 등 특수교 관리주체가 2021년 3월 감사원 감사 때까지 지진가속도계측기를 연계하지 않고[29] 있는데도 이러한 사실을 확인하지 않는 등 울산대교 등 4개

27) 2010. 9. 7. 「지진가속도계측기 설치 및 운영기준」 제정 후 2020. 6. 4.까지 7차례 개정
28) 울산광역시는 2015. 11. 26. 구 국민안전처로부터 지진가속도계측기 통합관리시스템 연계 소프트웨어 배포 공문(지진방재과-4515호)을 받아 2016. 2. 12. 울산대교의 민자사업자인 울산하버브릿지(주)에 이메일로 전달하여 지진가속도계측기 통합관리시스템과 연계 조치하도록 하였음
29) 2021년 3월 감사기간 중 사유를 확인한 결과, 민자사업자[울산하버브릿지(주)]는 2016년 당시 유지관리담당자가 변경된 후 인수·인계가 이루어지지 않아 관련 사실을 알지 못하여 연계하지 못했다고 답변

특수교에 대한 지진가속도계측기 미설치 및 미연계 사실을 알지 못하고 있었다.

특수교에 지진가속도계측기 설치·연계가 누락된 배경

▪ 행안부는 「지진가속도계측기 설치 및 운영기준」(행안부 고시) 일부 개정(안)에 대한 의견을 조회하면서 [별표 1~14]의 지진가속도계측기 설치 대상 시설에 대한 추가, 변경 등을 확인하고 있는데

- 2020. 6. 4. 개정된 고시(제2020-26호)의 경우 2020. 5. 4. 국토부 등 중앙부처와 지자체의 법무담당 부서(법무담당관실)에 위 운영기준을 개정(지진가속도계측기 성능검사실시 의무)하는 내용과 함께 계측 대상시설의 추가, 삭제에 대한 의견도 함께 포함하였으나

- 국토부와 지자체의 법무담당관실은 특수교 등 대상 시설물의 추가, 삭제를 직접 담당하지도 않고 특수교 현황을 관리하는 부서도 아니기 때문에 위 운영기준 개정(안)에 대한 의견만 검토하고 해당 공문을 타 부서가 공람할 수 있도록 내부 전산시스템에 공지

※ 위 행안부 공문의 경우 검토의견 회신이 없는 경우 이견이 없는 것으로 처리하겠다고 되어 있음

- 그 후 국토부나 울산광역시 등의 법무담당관실에서는 위 운영기준 개정(안)을 검토한 채 타 부서에서 의견 제출을 하지 아니하자 이견이 없는 것으로 판단하여 행안부에 별도의 회신을 하지 아니하였고,

- 이러한 상황을 알 수 없는 행안부는 국토부 등의 회신(미응답) 내용을 믿고 그대로 지진가속도계측기 설치 대상시설 목록을 관리

이에 따라 지진 발생 시 특수교의 긴급 안전성 평가, 피해 예측 등 체계적인 대응이 어렵게 되었고 전국 단위의 진동 크기를 측정하여 인명 및 시설물 피해 정보를 신속하게 파악하지 못할 가능성이 있다.

관계기관 의견 부산광역시는 감사결과를 받아들이면서 앞으로 거가대교에 적정한 피뢰설비가 보강될 수 있도록 민자 사업시행자를 철저히 지도·감독하겠다는 의견을 제시하였다.

또한 국토부는 감사결과를 받아들이면서 감사원에서 확인한 특수교 외에 나머지 특수교(지방도 구간 등)에 대하여 피뢰설비 설치 여부를 확인하고 도로관리청이 적정한 조치를 하도록 방안을 마련하겠다는 의견을 제시하였다.

그리고 행안부는 감사결과를 받아들이면서 지진가속도계측기가 미설치 또는 미연계된 것으로 확인된 특수교(4개)에 대하여 지진가속도계측기를 설치 및 연계하도록 통보하고 앞으로 국토부와 협의하여 지진가속도계측기 설치대상을 관리하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항

부산광역시장은 거가대교 2주탑교, 3주탑교에 낙뢰 피해가 발생하지 않도록 케이블 보호 도체 등 적정한 피뢰설비를 설치하는 방안을 마련하시기 바랍니다.**(통보)**

국토교통부장관은 낙뢰 위험도가 높은 특수교(지방도 구간 등)에 대하여 피뢰설비 설치 여부를 확인하고 적정한 피뢰대책을 이행하는 방안을 마련하시기 바랍니다.**(통보)**

행정안전부장관은 「지진·화산재해대책법」 제6조 등에 따라 울산대교 등 4개 특수교에 대하여 지진가속도계측기를 설치하고 지진가속도계측자료 통합관리시스템에 연계하는 방안을 마련하시기 바랍니다.**(통보)**

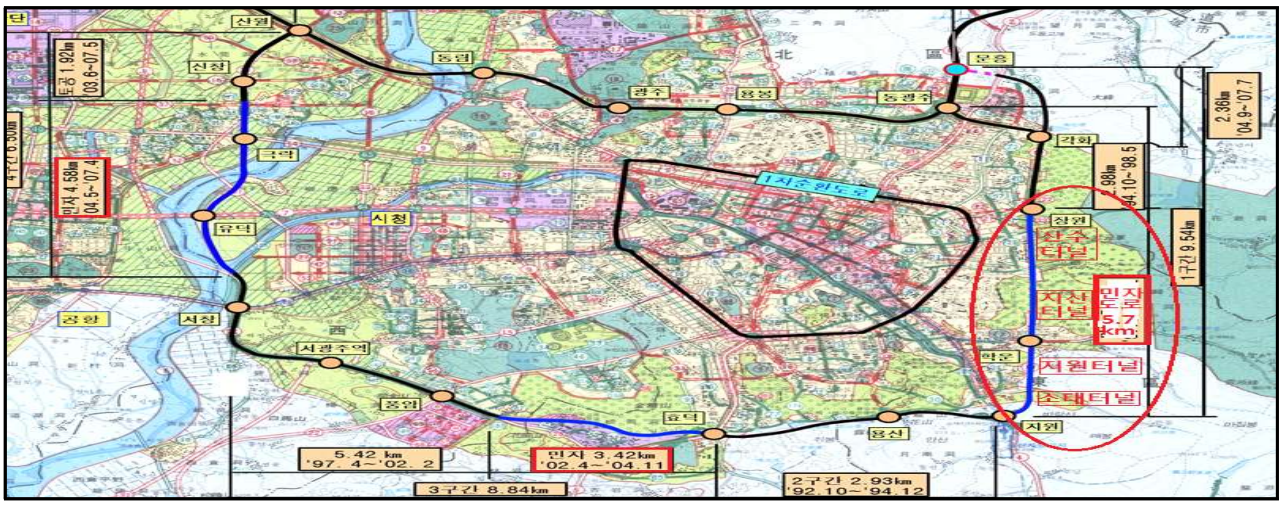
나 터널 방재기준 강화에 따른 기존 시설물 미보강

1) 업무 개요

광주광역시는 「유료도로법」 제23조의2 등에 따라 광주순환도로투자주식회사가 2000년 11월 개통한 광주제2순환도로(두암~소태, 연장 5.7㎞) 구간 내 터널의 방재시설을 설치·운영하고 있는 유지관리 상황을 지도·감독하고 있다.

그리고 광주순환도로투자주식회사는 [그림 6]과 같이 광주제2순환도로(두암~소태) 구간 내 지산터널 등 터널 4개소에 대해 방재관리지침에 따라 방재시설 설치 필요성 등을 검토[30]하여 대상시설을 설치·관리하고 있다.

[그림 6] 광주제2순환도로(두암~소태) 구간



주: 광주제2순환도로(두암~소태)에는 지산터널(730m), 산수터널(636m), 소태터널(407m), 지원터널(193m) 등 터널 4개소가 있음

자료: 광주광역시 제출자료

그리고 강원도는 미시령터널(연장 3,565m)을 유지관리하는 미시령동서관통도로주식회사를, 인천광역시는 원적산터널(연장 1,040m)과 만월산터널(연장 1,538m)을 유지관리하는 원적산터널주식회사와 만월산터널주식회사를 지도·감독하고 있다.

30) 「광주제2순환도로 1구간(두암~소태) 실시협약」 제7조 제1항에 따르면 민자사업자는 이 사업과 관련된 제반 법규 및 규정을 준수하도록 되어 있음

2) 관계법령 및 판단기준

방재관리지침 2.3.1에 따르면 터널에 설치해야 하는 방재시설의 종류는 [표 14] 및 [별표 4] “터널등급별 방재시설 설치기준”과 같이 터널등급에 따라 결정된다.

[표 14] 도로터널 방재시설의 종류

구분	방재시설 종류
소화설비	소화기구, 옥내소화전설비, 물분무설비
경보설비	비상경보설비, 자동화재탐지설비, 비상방송설비, 긴급전화, CCTV, 유고감지설비, 재방송설비, 정보표시판, 진입차단설비
피난대피설비	비상조명등, 유도등, 피난대피시설(피난연결통로, 피난대피터널, 격벽분리형 피난대피통로, 비상주차대)
소화활동설비	제연설비, 무선통신보조설비, 연결송수관설비, (비상)콘센트설비
비상전원설비	무정전전원설비, 비상발전설비

자료: 방재관리지침 재구성

터널등급은 터널 연장(500m, 1,000m, 3,000m)을 기준으로 하는 연장등급과 [표 15]와 같이 교통량, 터널 연장 등 터널의 위험요소를 고려한 위험도지수를 기준으로 하는 방재등급[31]을 구분하여 [표 16]과 같이 연장등급 및 방재등급을 결정하고 각각의 터널등급에 따라 방재시설을 설치하도록 되어 있다.

[표 15] 위험도지수 산정 방법

평가항목	세부기준	점수 범위	평가항목	세부기준	점수 범위
사고확률	교통량x터널 연장	1.5~10.0	**대형차 위험물 수송**	감시시스템	0~1
터널 특성	입출구 표고차	0.5~2.0		유도시스템	0~1
	진입부 경사도	0.5~1.0	**정체 정도**	서비스수준	1~3
	터널 높이	1.0~3.0		터널 내 합류/분류	0~2
	터널 곡선반경	0.5~1.0		교차로/신호등 등 여부	0~2
대형차 위험물 수송	대형차 혼입률	0.5~2.0	**통행 방식**	일방통행·대면통행	1~6
	대형차 주행거리계	0.5~6.0	**계**	**7~40**	

자료: 방재관리지침 [표 2.2] 재구성

31) 방재등급은 개통 후 매 5년 단위로 실측 교통량 등을 조사·재평가하여 방재시설의 조정을 검토함

[표 16] 연장등급 및 방재등급 기준에 따른 터널등급

터널등급	터널 연장(L) 기준(연장등급)	위험도지수(X) 기준(방재등급)
1등급	3,000m≤L(대규모)	29<X
2등급	1,000m≤L< 3,000m (대규모)	19<X≤ 29
3등급	500m≤L<1,000m (중규모)	14<X≤19
4등급	L< 500m (소규모)	X≤ 14

자료: 방재관리지침 [표 2.1]

따라서 광주광역시 등 3개 지자체는 민자사업자로 하여금 민자도시도로 내 터널에 대하여 터널등급(연장등급, 방재등급)에 맞게 방재시설을 설치·운영하도록 지도·감독하여야 했다.

3) 감사결과 확인된 문제점

가) 터널등급에 따른 제연설비 미설치

■ **피난대피시설과 제연설비의 설치대상 터널 확대**

"도로터널 방재시설(비상시설) 설치기준 개정(안) 작성 및 유지관리매뉴얼 작성을 위한 연구"(2004년 11월, 한국터널공학회)의 대피 시뮬레이션에 따르면 터널 내 피난대피시설의 적정 설치 간격은 250m인 것으로 나타났다. 이에 따라 국토부(구 건설교통부)는 [표 17]과 같이 피난대피시설의 설치 기준을 기존에는 연장 1,000m 이상(연장등급 1~2등급)인 터널에서 최대 750m 간격으로 규정[32]하다가 2004년 12월 「도로터널 방재시설 설치지침」을 마련하면서 연장 500m 이상(연장등급 1~3등급)인 터널에서 최대 250m 간격으로 변경하였다.

그리고 국토부는 연기 등이 피난방향으로 역류되지 않도록 하기 위하여 기

32) 「도로터널 방재시설 설치지침」(구 건설교통부, 2004년 12월 제정)이 마련되기 전에 준공된 터널은 「도로설계편람」(구 건설교통부, 1999년 12월 제정)에 따라 연장 1,000m 이상인 터널에 피난대피시설을 설치(최대 750m 간격)하도록 규정

존에는 연장 1,000m 이상(연장등급 1~2등급)인 터널에 대해서 제연설비(제트팬 등)를 설치하도록 하다가 2016. 8. 12. 연장등급 3등급(연장 500m 이상~1,000m 미만)인 중규모 터널의 화재 안전성을 높이기 위하여 방재관리지침 6.1.2.(5)를 개정하여 운영 중인 터널로 연장이 500m 이상(연장등급 1~3등급)이고 피난대피시설이 미흡한 터널에 제연설비를 추가로 설치하고 피난대피환경 보완계획을 수립하도록 변경하였다.

[표 17] 터널 연장에 따른 방재설비 설치대상

구분	2004년 12월 이전		2004년 12월		2016년 8월	
	피난대피시설	제연설비	피난대피시설	제연설비	피난대피시설	제연설비
연장등급 1등급	설치	설치	설치	설치	설치	설치
연장등급 2등급	설치	설치	설치	설치	설치	설치
연장등급 3등급	-	-	설치	-	설치	**(연장등급 3등급이고 피난대피시설이 미흡한 운영 중인 터널)**

자료: 방재관리지침 재구성

그리하여 2004년 12월 이전에 설치된 연장등급 3등급의 중규모 터널에는 피난대피시설과 제연설비 모두 설치되어 있지 않으므로 방재관리지침에 따라 피난대피환경을 확보하기 위해서는 제연설비를 추가로 설치할 필요가 있다.

한편 국토부는 2020년 8월 [사진 5]와 같이 순천~완주고속도로 사매2터널의 다중 추돌 및 화재 사고(2020. 2. 17.)를 계기로 관계기관(행안부 등) 및 민간전문가와 합동으로 조사한 원인분석 결과에 따라 피난대피시설이 미흡한 연장 500m 이상의 터널에 대해 제연설비 설치를 의무화하는 것으로 재차 발표하였다.

[사진 5] 순천~완주고속도로 사매2터널 다중 추돌 및 화재 사고

주: 터널 내 화재사고(2020년 2월) 시 미배출된 유독가스로 인해 인명 등 피해(사망 5명, 중상 2명, 경상 41명) 발생
자료: 한국교통안전공단 제출자료

■ 광주제2순환도로의 연장등급 3등급 터널에 제연설비 미설치

그런데 이번 감사원 감사기간 동안 [별표 5] “민자고속도로 및 민자도시도로의 연장 500~1,000m인 터널 현황”과 같이 민자도로의 연장등급 3등급(500~1,000m) 터널 13개(지하차도 포함)에 대하여 피난대피시설 및 제연설비 설치 현황을 조사한 결과, 광주광역시는 광주제2순환도로(두암~소태)의 지산터널과 산수터널이 2004년 12월 이전에 설치되어 [표 18]과 같이 연장 500m 이상이고 피난대피시설이 설치되어 있지 않은데도 민자사업자가 2021년 3월 현재까지 제연설비를 설치하지 않고 피난대피환경 보완계획을 수립하지 않고 있는 것을 지도·감독하지 않고 그대로 두고 있었다.

[표 18] 지산터널과 산수터널 현황

터널명	준공일자	연장(m)	피난대피시설	제연설비
지산터널	2000. 11. 30.	730	x	x
산수터널	2000. 11. 30.	636	x	x

자료: 광주광역시 제출자료

방재설비 미설치 유사 사례

■ 강원도는 미시령터널을 설치·유지관리하는 미시령동서관통도로(주)와 실시협약을 맺고 지도·감독

- 방재관리지침 2.3.3.에 따르면 방재등급 2등급 이상의 터널에 대해 터널 전방 500m 내 진입차단설비를 설치하도록 규정
- 그런데 미시령터널(연장 3,565m)은 방재등급 2등급에 해당하는데도 터널 전방 500m 이내에 진입차단설비가 설치되지 아니함

■ 인천광역시는 원적산터널과 만월산터널을 설치·유지관리하는 원적산터널주식회사주식회사 및 만월산터널주식회사와 실시협약을 맺고 지도·감독

- 방재관리지침 2.3.3.에 따르면 연장등급 2등급(연장 1,000m 이상)이면 자동화재탐지설비를 설치하고 방재등급 3등급 이상이면 비상방송설비를 설치하도록 규정
- 그런데 원적산터널(연장 1,040m, 방재 3등급)과 만월산터널(연장 1,538m, 방재 3등급)은 연장등급 2등급 이상, 방재등급 3등급인데도 자동화재탐지설비와 비상방송설비가 설치되어 있지 않음

이에 따라 도로터널에서 화재가 발생할 경우 피난대피환경이 확보되지 않아 인명 피해가 발생할 가능성이 있다.

나) 연속터널 방재등급에 따른 방재시설 미설치

■ 서로 인접하여 영향을 주는 터널에 방재시설 추가 설치 필요

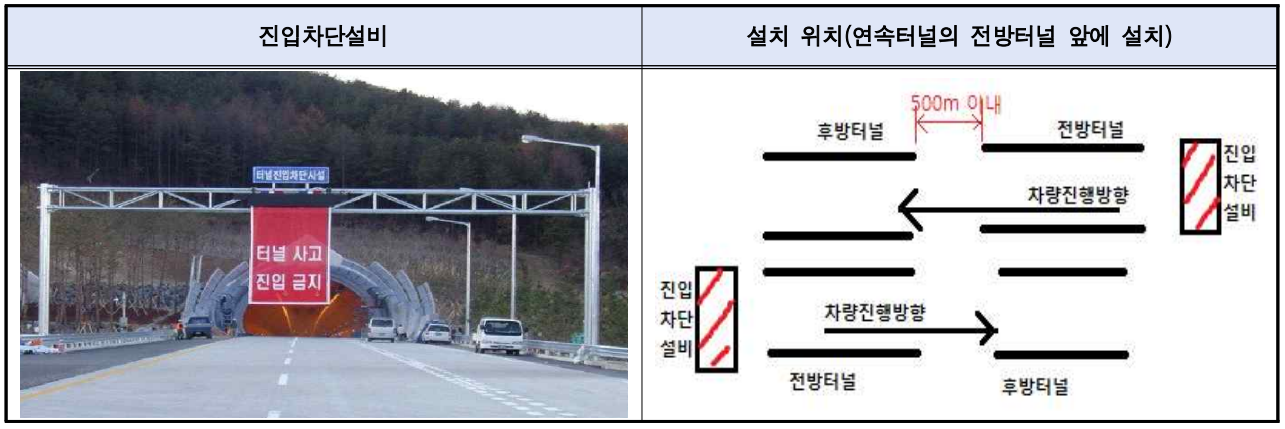
국토부가 2016. 8. 12. 개정한 방재관리지침 2.4(연속터널)에 따르면 전방터널(차량 진행 방향 첫 번째 터널)의 출구와 후방터널(전방터널 이후에 일정 간격으로 이어지는 터널)의 입구가 500m 미만으로 가까운 경우 각각의 터널별로 연장등급과 방재등급에 따른 방재시설을 설치하되, 방재시설 중 진입차단설비[33] 및 정보표시판[34]에 대해서는 개별 터널 연장의 합을 하나의 연속터널로 간주하여 방재등급[35]을 산정하고, 방재등급 2등급 이상에 해당할 경우 전방터널에 진입차단설

33) 터널 내 화재사고 등의 비상 상황 시 사고 상황을 터널로 진입하는 차량에 알리고 진입을 차단하여 2차 사고를 예방하기 위해 터널 입구부 전방에 설치하는 설비
34) 터널 내 화재 등의 비상 상황과 유지·관리·공사 등의 이상 상황을 터널 내외의 차량운전자에게 전달하기 위한 설비
35) [표 15]와 같이 위험도지수를 산정하여 방재등급을 결정할 때 사고확률의 평가항목 기준(교통량×터널 연장)에서 터널 연장이 길어져 방재등급이 높아질 수 있음

비 및 정보표시판을 설치하도록 되어 있다.

이는 전방터널의 출구와 후방터널의 입구가 인접할 경우 후방터널에서 사고 발생 시 교통흐름이 전방터널에 영향을 미칠 가능성이 있어 이를 교통 측면에서의 연속터널로 적용해 [그림 7]과 같이 전방터널에 진입차단설비 등을 설치함으로써 전·후방터널에서 발생할 수 있는 2차 사고 등을 효과적으로 방지하도록 하기 위함이다.

[그림 7] 진입차단설비 설치도



자료: 광주광역시 제출자료

■ **광주제2순환도로의 연속터널에 진입차단설비 미설치**

그런데 광주광역시는 민자사업자가 광주제2순환도로(두암~소태) 구간의 인접한 터널에 대해 2000년 11월 개통 이후 방재등급을 계속 재평가하지 않다가 2018. 11. 1. 광주광역시가 통보한 “도로터널 방재시설 안전관리실태 일제점검 지시”에 따라 방재등급을 재산정하면서 [사진 6]과 같이 인접터널 간 거리가 500m 내인 구간에 대해 연속터널 검토 대상인지도 모른 채 진입차단시설[36]을 설치하지 않고 있는데도 이를 그대로 두고 있었다.

36) 정보표시판의 경우는 민자사업자가 연속터널 검토와 무관하게 자체적으로 설치하였음

[사진 6] 인접터널 현황

산수터널~지산터널(상행): 445m 이격	지원터널~소태터널(상행): 221m 이격 지원터널~소태터널(하행): 218m 이격

자료: 광주광역시 제출자료

이에 대하여 이번 감사원 감사기간 동안 위 인접한 터널의 연속터널 적용 여부를 확인하여 방재등급을 재평가한 결과, [표 19]와 같이 3개소(상·하행 구분)가 연속터널로서 단독터널 산정 시보다 방재등급이 상향(3, 4등급→2등급)되어 진입차단시설 설치가 필요한 것으로 확인되었다.[37)]

[표 19] 연속터널 적용에 따른 방재등급 재산정 결과

구분	터널 간 거리(m)	방재등급 재산정 결과	
		단독터널 적용	연속터널 적용
		당초	재평가(위험도지수)
지산터널(730m)~산수터널(636m) 상행 (연속터널 총연장 1,366m)	445	3	2(24)
소태터널(407m)~지원터널(192m) 상행 (연속터널 총연장 599m)	221	4	2(20.5)
소태터널(374m)~지원터널(183m) 하행 (연속터널 총연장 557m)	218	4	2(20.5)

주: 위험도지수 기준에 따른 방재등급은 위험도지수가 19를 초과하면 2등급에 해당
자료: 광주광역시 제출자료

더욱이 위 4개 터널구간은 [별표 6] "터널 교통사고 발생 현황(최근 5년간)"과 같이 터널사고가 자주 발생해 2차 사고 발생 가능성이 높은 구간[38)]으로 진입

37) 지산터널과 산수터널 간 하행선의 경우 인접거리가 512m로 방재관리지침 규정상 연속터널 범위를 약간 상회하나 위험도지수 산정 시 같은 방재등급 2등급에 해당
38) 2019. 4. 17. 지산터널(하행) 부근의 차량 충돌 사고로 터널 내 차량이 정차해 후속차량 4대가 추돌한 후 2대가

차단설비 설치 등의 추가 안전대책이 필요한 실정이다.

관계기관 의견 광주광역시는 감사결과를 받아들이면서 관련 법령 개정에 따른 제연설비 설치와 추가 안전대책이 필요한 지산터널~산수터널 구간에 진입차단설비를 설치하는 방안을 마련하겠다고 의견을 제시하였다.
강원도와 인천광역시는 감사결과를 받아들이면서 부족한 방재시설이 설치될 수 있도록 순차적으로 조치하겠다는 등의 의견을 제시하였다.

조치할 사항

광주광역시장은 지산터널 등 2개 터널에 부족한 방재시설을 설치하고, 터널 간격이 500m 미만인 지산터널~산수터널 등 연속터널에는 진입차단설비를 설치하는 방안을 마련하시기 바랍니다.**(통보)**

강원도지사는 미시령터널에 대하여, **인천광역시장**은 원적산터널과 만월산터널에 대하여 방재등급에 맞게 방재시설을 보완 설치하는 방안을 마련하시기 바랍니다.**(통보)**

추가로 추돌하는 등 지산·산수터널에서 2019년에만 4차례의 2차 사고(4중 추돌 2회, 3중 추돌 2회) 발생

다 적재량 측정차로 의무 진입대상 규정 불합리

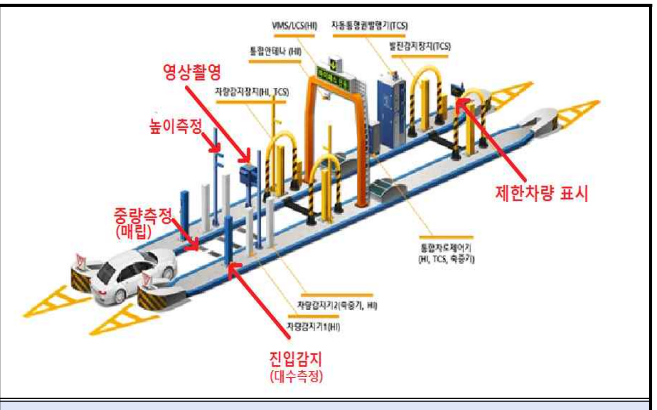
1) 업무 개요

국토부는 「도로법」 제77조 등에 따라 도로파손 및 안전사고 방지 등을 위해 도로관리청(국토부, 지자체 등)으로 하여금 화물자동차의 적재량을 측정하여 규정된 적재량을 초과하는 차량의 운행을 제한하도록 하는 등 관련 제도를 관리하고 있다.

그리고 도로관리청은 「유료도로법」 제14조 및 같은 법 시행령 제7조에 따라 재정고속도로는 한국도로공사에, 민자도로(민간투자법 제10조 등에 따라 시행된 민자고속도로 및 민자도시도로)는 민자사업자에게 유료도로관리권자로서 도로의 유지관리 업무(「도로법」 제77조 등)를 대행하도록 하고 각 도로관리자는 [그림 8]과 같이 적재량 측정장비가 설치된 차로를 설치하여 규정된 중량을 초과하는 차량의 운행을 제한하는 등 단속업무를 수행하고 있다.

[그림 8] 화물자동차 적재량 측정차로 배치 및 측정설비 구조

적재량 측정차로(축중차로) 배치



적재량 측정설비(총중량 등 자동측정) 구조

자료: 한국도로공사 제출자료 재구성

2) 관계법령 및 판단기준

가) 화물자동차의 적재량 측정 및 운행제한 조치

「도로법」 제77조 제1항 및 같은 법 시행령 제79조에 따르면 도로관리청은 도로의 파손방지 등 도로 구조를 보전하고 차량운행으로 인한 위험을 방지하기 위하여 규정된 중량(축하중 10톤 또는 총중량 40톤)[39]을 초과하는 차량 등에 대해 운행을 제한할 수 있도록 되어 있으며, 이에 따라 한국도로공사(재정고속도로)와 민자사업자(민자고속도로, 민자도시도로) 등 도로관리자는 [그림 9]와 같이 적재량 측정 및 운행제한 조치를 하고 「도로법」 제117조 제1항에 따라 과태료를 부과하는데 화물자동차의 운행제한 관련 규정은 [표 20]과 같다.

[그림 9] 운행제한 위반 단속 절차

번호판 인식 및 중량 검측	■ 적재량 측정차로 진입 화물자동차의 번호판 인식 및 중량 검측
⇩	
운행제한 위반사실 확인	■ 규정 중량(축하중 10톤, 총중량 40톤) 10% 초과 시 버저 작동, 전광판 문구 표출 및 통행권 미발행 ■ 중량 초과 사실을 화물자동차 운전자에게 안내·통보
⇩	
재검측	■ 화물자동차 운전자의 재검측 요구 시 재검측 실시
⇩	
서류 작성	■ 중량 초과 시 화물자동차 운전자에게 운행제한 위반 확인서·진술서를 제출받고, 운행제한 위반 적발보고서 등 관련 서류 작성
⇩	
과태료 부과	■ 관할 도로관리청*에 관련 서류를 제출하여 적재량 초과 운전자에게 과태료 부과 * 재정고속도로와 민자고속도로는 관할 국토관리사무소, 민자도시도로는 관할 지자체

자료: 한국도로공사(재정고속도로), 국토부(민자고속도로), 경기도(민자도시도로) 제출자료 재구성

39) 축하중 10톤은 포장 파손을 방지하고, 총중량 40톤은 교량을 구조적으로 안전하게 통행하기 위한 기준임

[표 20] 화물자동차의 운행제한 관련 규정

관계규정	주요 내용	위반 시 조치사항
「도로법」 제76조	■ 도로가 파손되거나 통행에 위험이 되는 경우 통행의 금지 또는 제한	1년 이하 징역 또는 1,000만원 이하 벌금(「도로법」 제115조)
「도로법」 제77조 「도로법 시행령」 제79조	■ 축하중 10톤 또는 총중량 40톤을 초과하는 차량의 운행을 제한 ■ 차량의 폭이 2.5m, 높이가 4.0m, 길이가 16.7m를 초과하는 차량의 운행을 제한 ■ 도로관리청이 특히 도로 구조의 보전과 통행의 안전에 지장이 있다고 인정하는 차량의 운행을 제한	500만 원 이하 과태료(「도로법」 제117조)
「도로법」 제80조	■ 「도로법」 제77조의 운행제한 위반 시 1. 차량의 회차, 2. 적재물의 분리 운송, 3. 차량의 운행중지 중 하나를 명령	2년 이하 징역 또는 2,000만 원 이하 벌금(「도로법」 제114조)
「도로법」 제78조 「도로법 시행령」 제80조의2	■ 장치 조작 등 적재량 측정 방해 행위의 금지 ■ 고속국도 진입 요금소 통과 시 적재량 측정장비가 설치된 차로를 반드시 통과	1년 이하 징역 또는 1,000만 원 이하 벌금(「도로법」 제115조)
「도로교통법」 제39조 「도로교통법 시행령」 조22조	■ 화물자동차의 적재중량은 구조 및 성능에 따르는 적재중량의 110% 이내일 것 ■ 화물이 떨어지지 아니하도록 덮개를 씌우거나 묶는 등 확실하게 고정	운전면허 취소 또는 1년 이내의 범위에서 운전면허의 효력 정지(「도로교통법」제93조)

자료:「도로법」 및 「도로교통법」 재구성

나) 적재량 측정차로 통과 의무화 및 단속 권한 강화

도로관리자가 적재량 측정차로를 설치하더라도 화물자동차가 적재량 측정차로가 아닌 일반차로(하이패스 차로 등)를 이용하여 측정을 회피할 경우 제재할 수 있는 법령 근거가 없음에 따라 2014. 10. 2. 화물자동차의 측정회피를 방지하기 위한 「도로법」 일부 개정안이 국회에서 발의되어 2015. 8. 11. 화물자동차가 도로 운행 시 적재량 측정장비가 설치된 차로나 장소를 거치도록 「도로법」 제78조 제3항이 신설되었고, 그 대상 도로와 측정 방법 등은 대통령령으로 정하도록 위임되었다.

또한 2016. 1. 19.에는 「도로법」 제77조 제4항이 신설[40]되어 운행제한에 대

한 위반 여부를 확인하기 위한 권한이 관계 공무원뿐만 아니라 운행제한단속원으로도 확대(도로관리청, 한국도로공사 또는 민자도로관리자[41]가 고용하거나 위탁한 업체의 직원)되어 민자고속도로 및 민자도시도로의 도로관리자도 차량에 승차하거나 차량의 운전자에게 관계 서류의 제출을 요구하는 등의 방법으로 차량의 적재량을 측정할 수 있게 되었다.

그리고 신설된 「도로법」 제77조 제4항 및 제78조 제3항을 위반할 경우 같은 법 제115조 제4호 및 제5호에 따라 1년 이하의 징역이나 1,000만 원 이하의 벌금에 처할 수 있도록 관련 규정이 강화되었다.

다) 적재량 측정차로 의무 진입대상 도로에 민자도로 포함 필요

따라서 국토부가 적재량 측정차로 의무 진입대상 도로의 범위를 규정할 때는 「도로법」 제78조 제3항의 개정 취지에 따라 그동안 「도로법」 제77조 등에 따라 적재량 측정차로를 설치하고도 관련 규정이 없어 화물자동차가 적재량 측정차로가 아닌 일반차로로 진입하는 것을 방지할 수 없었던 재정고속도로와 민자고속도로 및 민자도시도로를 모두 포함해 진입의무를 부여하는 것이 바람직하다.

3) 감사결과 확인된 문제점

가) 적재량 측정차로를 설치·운영 중인 민자도시도로를 의무 진입대상에서 제외

그런데 국토부는 2015. 10. 29. 「도로법」 제78조 제3항의 위임에 따라 「도로법 시행령」 제80조의2를 신설하면서 적재량 측정차로 의무 진입대상 도로를 고속도로(재정고속도로, 민자고속도로)로 제한[42]하였고, 이후 2021년 3월 현재까지

40) 운행제한 위반 단속 업무는 주로 공무원이 아닌 사람이 수행하고 있는데도 단속 권한이 공무원으로 한정되어 있었음

41) 민자도로관리자는 「사회기반시설에 대한 민간투자법」 제2조 제8호에 따른 사업시행자로서 「유료도로법」 제14조에 따라 도로(「사회기반시설에 대한 민간투자법」 제2조 제6호에 따른 민간투자사업으로 건설된 도로)에 관한 도로관리청의 관리·운영 업무를 대행하는 자를 뜻함(「도로법」 제76조 제1항)

고속도로가 아닌 민자도시도로를 의무 진입대상으로 규정하지 않음에 따라 민자도시도로는 고속도로와 같이 「도로법」 제77조 등에 따라 적재량 측정차로를 설치해 중량 초과 차량의 운행을 제한하는 단속업무를 수행하면서도 중량 초과 차량이 적재량 측정차로 진입 자체를 회피하면 이를 방지할 수단이 없는 등 단속 사각이 발생하게 되었다.

나) 민자도시도로의 적재량 측정차로 미통과율이 높게 발생

2021년 3월 현재 민자도시도로 31개 노선 중 22개 노선의 27개 영업소에서 적재량 측정차로 62개소를 설치하였는데 이에 대하여 이번 감사원 감사기간 동안 현재 적재량 측정차로를 운영 중인 22개 노선, 23개 영업소(52개 측정차로)의 2020년도 단속실적을 분석하였다.

이에 따라 [표 21]과 [별표 7] “화물자동차 적재량 측정차로 운영 현황”과 같이 적재량 측정차로 미통과율이 29.9%에 달해 70.1%의 화물자동차만이 적법하게 적재량 측정 등 단속을 받고 있는 것으로 나타났다.[43]

[표 21] 민자도시도로 적재량 측정차로 운영 현황

측정차로 설치 노선 수 (영업소 수)	측정차로 설치 수 (운영 중인 차로 수)	측정차로 통과 화물자동차 수(A)	일반 하이패스 차로 통과 화물자동차 수(B)주)	측정차로 미통과율(%) [B/(A+B)]
22개(23개)	62개(52개)	4,834,722대	2,059,293대	**29.9**

주: 화물자동차가 지정된 적재량 측정차로가 아닌 일반 하이패스 차로를 통과한 수로 하이패스가 아닌 일반차로를 통과한 수는 포함되지 않은 수치이므로 실제 단속회피 수는 이보다 많음
자료: 민자도시도로 관리청인 12개 지자체 제출자료 재구성

42) 단속원의 측정 유도와 무관하게 적재량 측정차로를 항상 경유하도록 할 수 있는 장소(영업소 등)가 있는 도로로 한정하면서 민자도시도로를 누락
43) 중량 초과 적발은 1,643건으로 적발률이 0.03%(1,643÷4,834,722)로 낮아 운행제한 대상이 거의 발생하지 않는 것으로 보일 수 있으나 측정차로 미통과율이 29.9%에 달해 실제 중량 초과 차량의 상당수는 적재량 측정차로가 아닌 일반차로로 통과해 단속을 회피하고 있는 것으로 추정됨

다) 민자도시도로의 적재량 측정차로 운영 사례

2021년 3월 현재 운영 중인 민자도시도로 23개 영업소의 적재량 측정차로 현황을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

수석~호평도시고속도로 이패영업소의 경우 2020년 적재량 측정차로가 아닌 일반 하이패스 차로로 통과하고 있는 비율이 99.5%로 화물자동차 대부분이 단속을 회피하고 있는 등 [별표 7] “화물자동차 적재량 측정차로 운영 현황”과 같이 9개 영업소에서 적재량 측정차로 미통과율이 50%[44]를 넘었고, 23개 영업소 모두 중량 초과 적발률보다 적재량 측정차로 미통과율이 현저히 높게 나타나 실제 운행제한 대상을 제대로 적발할 수 없었다.

특히, 비봉~매송고속화도로 화성비봉영업소의 경우 적재량 측정차로를 통과한 화물자동차가 중량 초과로 적발될 시 화물자동차 운전자에게 “운행제한 위반 확인서” 등을 제출받은 후 화성시에 통보하여 과태료를 부과하게 하는 등 중량 초과 차량의 운행을 적극적으로 제한하고 있었으나 적재량 측정차로 진입이 의무로 규정되지 않아 적재량 측정차로 미통과율이 2020년 3월 4.6%에서 2020년 12월 30.3%로 계속 증가하였고, 적재량 측정차로로 진입한 화물자동차만 상대적으로 불이익을 받고 있으므로 일반차로로 진입하는 화물자동차를 단속해 달라는 민원도 발생하고 있었다.

더욱이, 이와 같이 단속체계의 실효성 등이 부족하여 설치된 적재량 측정차로 62개소 중 10개소(16.2%)는 2021년 3월 현재 운영을 중단한 실정이다.

이에 따라 적재량 측정차로를 통한 중량 초과 적발률보다 미통과율이 현저

44) 제3경인고속화도로 물왕영업소의 경우 전체 차로 14개소 중 적재량 측정차로가 4개소나 있고 일반차로 중 6개는 높이제한 바가 설치되어 화물자동차가 일반차로로 통과하기 어려운 구조로 되어 있어 적재량 측정차로 미통과율이 0.5%로 낮은 등 적재량 측정 단속이 영업소별로 다르게 이루어지고 있음

히 높게 나타나고, 자발적으로 적재량 측정차로를 통과해 중량 초과로 적발되는 차량이 오히려 불이익을 받는 구조가 되어 적재량 측정차로에 진입하도록 강제하지 않을 경우 운행제한 체계의 실효성이 점차 낮아져 도로파손 및 안전사고 등을 방지하지 못하게 될 가능성이 있다.

관계기관 의견 국토부는 감사결과를 받아들이면서 고속도로와 동일하게 화물자동차가 요금소를 통과할 때 적재량 측정차로를 경유할 수 있는 민자도시도로도 진입의무 대상에 포함될 수 있도록 관련 규정을 개정하는 방안을 검토하겠다고 답변하였다.

조치할 사항 **국토교통부장관**은「도로법」제77조 및 제78조에 따른 적재량 측정차로 의무 진입대상 도로의 범위에 민자도시도로를 포함하는 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 하고, 지자체는 안전점검 등 유지관리의 적정 이행 여부에 대한 점검을 시행하여 미흡하다고 판단되면 시정을 명할 수 있다.

시설물 관리 시 적용하는 기준으로는 [표 22]와 같이 시설물안전법과 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침」 등이 있다.

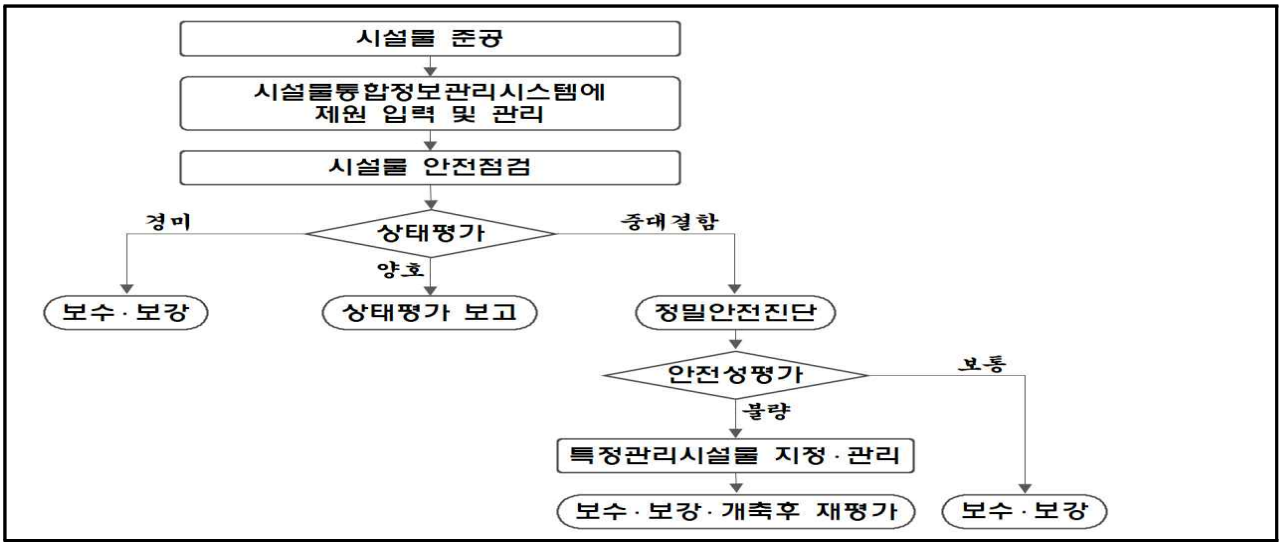
[표 22] 민자도로 유지관리 관련 법령 체계

구분	법령·기준	주요 내용
시설물 유지관리	시설물안전법	■ 시설물 종류, 시설물의 안전점검·진단 및 유지관리, 시설물의 보수·보강
	「시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침」 (국토부 고시)	■ 안전점검·진단 등의 실시방법, 절차 등을 규정
터널안전	방재관리지침 (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 재구성

민자사업자는 [그림 10]과 같이 시설물은 준공 후 주기적으로 안전점검 등을 하여 상태를 관찰하고, 결함이 발생한 때에는 보수·보강을 시행하고 있다.

[그림 10] 시설물 유지관리 흐름도



자료: 국토부 제출자료 재구성

나. 시설물의 상태평가 및 안전등급

시설물안전법 적용 대상 시설물은 [표 23]과 같이 안전점검·진단 등을 할 때 재료시험 및 외관조사 등을 통해 시설물의 현재 상태를 평가하고, 유지관리에 필요한 안전등급[A(양호)~E(사용금지)[45]]을 산정하도록 되어 있다.

[표 23] 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	세부 부재 및 시설물 전체의 안전등급 산정
정밀안전진단	시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 실시하며, 시설물 전체에 대한 상태평가 결과 결정	세부 부재 및 시설물 전체의 안전등급 산정

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

31개 민자도시도로의 시설물안전법 대상 시설물은 총 390개로 교량(180개), 터널(95개), 옹벽(60개), 사면(55개)으로 구분되는데, 이에 대한 안전등급 현황을

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

보면 [표 24]와 같이 B등급이 전체 시설물의 59.5%(232개)로 가장 많고, A등급이 30.3%(118개), C등급이 5.4%(21개)를 차지하며, D, E등급은 없다.

[표 24] 시설물 종류 및 안전등급 현황

안전등급	계	교량			터널(지하차도)			옹벽			사면		
		1종	2종	3종	1종	2종	3종	1종	2종	3종	1종	2종	3종
계	**390**	**121**	**39**	**20**	**57(3)**	**36(8)**	**2(2)**	**-**	**60**	**-**	**-**	**55**	**-**
A	118	12	5	5	24(2)	14(5)	-	-	56	-	-	2	-
B	232	94	28	15	28(1)	18(3)	2(2)	-	-	-	-	47	-
C	21	7	5	-	3(-)	-	-	-	-	-	-	6	-
미지정	19	8	1	-	2(-)	4(-)	-	-	4	-	-	-	-

자료: FMS(시설물통합정보관리시스템) 자료 재구성

이에 대하여 2018년 정밀안전점검·진단 자료[46]를 기초로 이번 감사 시 13개 민자도시도로[47]의 67개 교량에 대해 상태평가에 따라 확인된 세부 부재별 결함의 안전등급별 평균보수율(보수 개소 수/결함 개소 수)을 조사·분석하였다.

그 결과 시설물 전체에 대한 안전등급으로는 D등급이 없었으나 세부 부재별[48]로는 [표 25]와 같이 d등급이 발생하고 있었는데, d등급의 평균보수율은 88.2%로 높은 반면, b, c등급의 보수율은 상대적으로 낮은 것으로 확인되었다.

[표 25] 세부 부재별 결함의 평균보수율 현황

(단위: 개소, %)

구분	계	b등급	c등급	d등급
결함부재 수	2,789	2,149	606	34
보수부재 수	1,064	724	310	30
보수율	38.1	33.7	51.2	88.2

주: 67개 교량의 세부 부재에서 확인된 안전등급별 결함의 개소 수를 합산해 산출한 값임
자료: 13개 민자도시도로의 유료도로관리청인 9개 지자체 제출자료 재구성

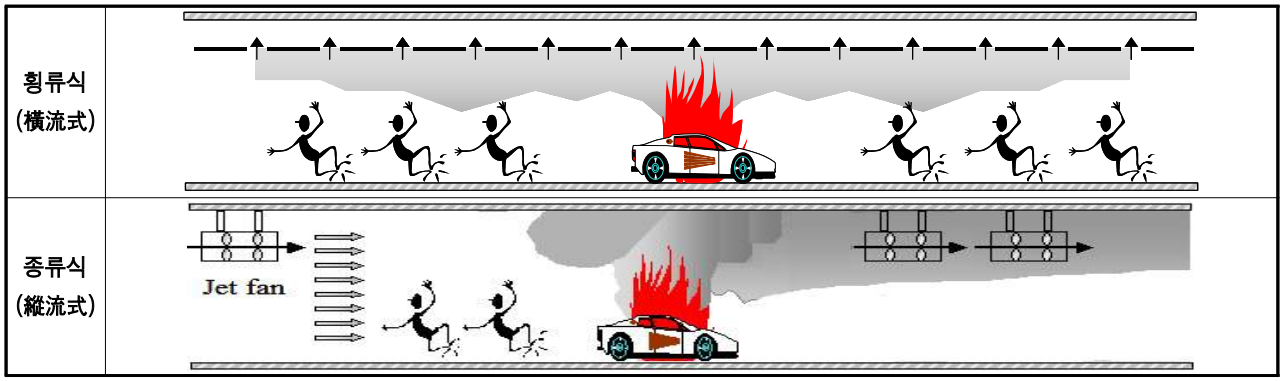
46) 2018년 정밀안전점검·진단 결과를 기준으로 하되, 해당 연도 자료가 없는 경우 2017년 또는 2019년 자료로 분석
47) 2017~2019년에 정밀안전점검·진단을 한 노선 중 교량이 없는 노선 등을 제외
48) 교량은 바닥판, 거더, 케이블, 교대, 교각, 교량받침, 신축이음 등 세부 부재별로 등급을 산정한 후 가중치를 적용·합산해 시설물 전체의 안전등급을 산정(대문자는 시설물 전체의 안전등급을, 소문자는 세부 부재별 안전등급을 의미)

다. 터널 제연설비의 운영

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 시 연기의 배출 방식은 [그림 11]과 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 11] 터널 내 연기 배출 방식 예시



자료: 국토부 제출자료 재구성

최근 많이 건설되는 상행, 하행 각각 일방으로 설치되는 쌍굴터널의 경우 한쪽 방향으로 대피할 수 있도록 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, 운전

자의 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 26]과 같이 백색, 황색, 청색을 기본색으로 사용한다.

[표 26] 차선도색별 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

- 교량 등 시설물은 정밀안전점검 · 진단 결과 등에 따라 안전등급을 평가해 시설물 상태가 악화되지 않도록 관리함으로써 B등급 이상을 유지하는 것이 원칙이나 결함부재 상당수를 보수하지 않고 방치함에 따라 관리교량의 2/3가 C등급 이하로 악화(**"가항"**)
- 교량 포장면 하부의 바닥판은 장기 사용에 따른 손상을 보강하기 위해 '바닥판 상태조사'를 해 보수대책을 수립하여야 하는데도 노후교량에 대해 보수대책을 미수립(**"나항"**)
- 터널 제연설비(제트팬)는 화재발생 위치 등에 따라 대피를 용이하게 하기 위한 운전조건이 달라 미리 상황별 운영매뉴얼을 구비하여 화재 시 이를 기준으로 가동하여야 하나 화재발생 위치 등 운전조건에 따른 운영매뉴얼을 구비하지 않거나 방재관리지침과 다르게 운전조건을 설정하는 등 도로이용자 안전 저해(**"다항"**)
- 2019년 6월「도로교통법」이 개정되어 차선상태 기준이 시간, 기후 등에 관계없이 상시 일정기준을 충족하도록 강화되었는데도 11개 민자도시도로는 습윤상태의 기준을 충족하지 못하는 방법으로 시공하거나 개선 계획 미수립(**"라항"**)
- 건축물에 적용하는 내진설계 대상 및 평가방법이 변경되었는데도 경기도 등 8개 지자체 소관 내진성능평가 대상 29개 건축물에 대해 내진성능평가 계획 미수립(**"마항"**)

가 안전진단 결과에 따른 결함부재 유지보수 부적정

1) 업무 개요

대전광역시는 2001. 2. 5. 천변도시고속화도로주식회사(이하 “천변도로 민자사업자”라 한다)와 「천변도시고속화도로 민간투자사업 실시협약」을 맺고, 민자사업자가 「민자도로의 유지·관리 및 운영 기준」(국토부 고시, 이하 “민자도로 유지관리기준”이라 한다) 제5조에 따라 제출한 유지관리계획[49] 등을 검토하여 교량 등 관리대상 시설물이 시설물안전법[50]에 따라 적정하게 관리되고 있는지 등을 지도·감독하고 있다.

2) 시설물 안전등급 관리 부적정

가) 관계법령 및 판단기준

■ **시설물 전체 및 부재별로 안전등급을 산정하여 관리**

「시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침」[51](국토부 고시, 이하 “시설물 유지관리지침”이라 한다) 제25조 및 제29조 등에 따르면 시설물안전법 적용대상 시설물은 안전점검, 안전진단 등을 할 때 재료시험 및 외관조사에 의해 파악된 시설물 부재별 결함, 손상, 열화 등 상태변화를 근거로 시설물의 상태를 평가하여 [표 27]과 같이 유지관리에 필요한 안전등급을 산정하도록 되어 있다.

---

49) 민자사업자는 민자도로 유지관리기준 제4조에 따라 5년마다 해당되는 연도의 10. 31.까지 주무관청에 중기 유지관리 및 운영계획(유지관리계획)을 제출하도록 되어 있으며, 매년 11. 30.까지 다음 연도에 대한 유지관리시행계획을 제출하도록 되어 있음

50) 민자도로 유지관리기준 제19조에 교량, 터널, 지하차도, 건축물 등의 구조물은 시설물안전법에 따라 관리하도록 규정되어 있음

51) 시설물안전법 제21조에 따라 안전점검, 정밀안전진단 및 긴급안전점검의 시기, 방법, 절차 등 안전점검 등에 관한 사항을 규정한 지침

[표 27] 시설물의 안전등급

안전등급	시설물의 상태
A(우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B(양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 보수가 필요한 상태
C(보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D(미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E(불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

자료: 시설물 유지관리지침 제29조 관련 [별표 12]

주요 시설물인 교량의 상태평가 방법을 살펴보면, 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검·진단 편)」[52](국토부) 교량편 1.4 “상태평가 기준 및 방법”에 따라 바닥판, 거더, 교각, 신축이음 등 세부 부재별로 각각 평가등급(a, b, c, d, e 등 5개 등급[53])을 산정하여 [표 28]과 같이 부재별 가중치 등을 고려한 결함도 점수 및 시설물 전체의 안전등급(A, B, C, D, E 등 5개 등급)을 산정하고, 이를 통해 결함의 현재 상태 및 진전 여부 등을 시설물 전체뿐만 아니라 세부 부재별로 상세히 파악할 수 있다.

[표 28] 결함도 점수 범위에 따른 시설물 전체의 안전등급 기준

안전등급	A	B	C	D	E
결함도 범위	0≤X<0.13	0.13≤X<0.26	0.26≤X<0.49	0.49≤X<0.79	0.79≤X

주: X는 구조형식이 같은 부재에 대해 부재별로 평균하여 등급별 결함점수를 산정(a: 0.1, b: 0.2, c: 0.4, d: 0.7, e: 1.0)한 후 구조형식에 따른 부재별 가중치를 적용하여 전체 시설물에 대해 산정한 결함도 점수

자료:「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침」재구성

52) 시설물 유지관리지침 제25조 및 제36조에 따라 시설물의 상태평가, 안전점검 등의 결과보고서 작성 시 따라야 할 세부 방법에 대해 규정

53) 부재의 평가등급은 영어 소문자로 표시하고, 시설물 전체의 평가등급은 영어 대문자로 표시하고 있음

또한 시설물 유지관리지침 제30조 및 제32조에 따르면 보수・보강[54] 방법은 상태평가 및 안전성평가 결과 등을 상세히 검토하여 ① 현상유지(진행 억제), ② 실용상 지장이 없는 성능까지 회복, ③ 초기수준 이상으로 개선, ④ 개축의 수준 중에서 보수·보강의 수준을 결정하도록 되어 있는 등 최소한 현재의 시설물 손상 상태가 악화되지 않는 수준으로 관리하도록 되어 있다.

이와 같이 정량화된 평가등급 등을 통해 유지관리에 필요한 시설물의 현재 상태를 파악할 수 있어 민자사업자 및 주무관청은 이를 근거로 유지관리 수준을 객관적으로 판단해 내구성, 기능성 등이 저하되지 않도록 시설물 상태를 관리할 수 있다.

■ **교량 등 시설물의 목표 관리 등급 설정**

이와 관련하여 「도로법」 제5조에 따라 도로망의 효율적인 관리를 위해 국토부장관이 수립・고시하는 「제1차 국가도로종합계획(2016~2020년)」[55] 2.(1) “시설물 유지관리 강화”에 따르면 모든 교량을 B등급 이상으로 관리한다고 되어 있으며, 「제4차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획(2018~2022년)」[56]에는 시설물 관리 시 A, B등급을 95% 이상(시설물 개수 기준) 유지하는 것을 목표 및 성과지표로 설정[57](시설물 관리주체는 기본계획에 따라 시설물관리계획을 수립[58])하고 있다.

이에 따라 한국도로공사는 재정고속도로 전체 교량의 99% 이상을 B등급

54) 보수는 시설물의 내구성능을 회복 또는 향상시키는 것을, 보강은 부재나 시설물의 내하력과 강성 등의 역학적인 성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 대책임

55) 국토부장관이 「도로법」 제5조 제1항 및 제6항에 따라 도로망(「도로법」 제10조에 따른 고속국도, 일반국도, 특별시도·광역시도, 지방도 등으로 구성)의 건설 및 효율적인 관리 등을 위하여 10년(5년마다 타당성 검토해 변경)마다 수립·고시(2016. 8. 31. 제1차 국가도로종합계획 수립·고시)

56) 국토부장관이 시설물안전법 제5조 제1항에 따라 5년마다 ‘시설물의 안전 및 유지관리에 관한 기본목표 및 추진방향’에 관한 사항을 수립·고시(2017. 12. 29. 「제4차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획」 수립·고시)

57) 「제3차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획(2014~2018년)」은 A, B등급 비중이 96.6%로 평가되어 목표 달성

58) 시설물안전법 제6조 제1항에 시설물 관리주체는 기본계획에 따라 소관 시설물에 대한 안전 및 유지관리계획을 수립・시행하도록 되어 있음

이상으로 관리하는 것을 목표로 하여 2019년 12월 기준 사용된 지 10년을 초과한 전체 교량(7,640개)의 98.6%(7,530개)를 A, B등급으로 관리(C등급 110개, D등급은 없음)하면서 C등급 하락이 예상될 경우 집중 보수·보강 등을 하여 지속적으로 안전성을 향상[59]하고 있으며, 민자도로(민자고속도로, 민자도시도로)의 경우도 천변도시고속화도로 등 3개를 제외한 모든 도로에서 소규모 교량 외 모든 교량을 B등급 이상으로 관리하여 내구성, 기능성 등의 저하를 방지하고 있다.

관리주체별 교량관리 실태

- 재정고속도로(한국도로공사): 10년 초과 전체 교량(7,640개)의 98.6%(7,530개)가 B등급 이상
- 민자고속도로(18개 노선): 16개 노선은 모든 교량이, 2개 노선은 95.7% 이상이 B등급 이상(소규모 교량만 C등급)
- 민자도시도로(24개 노선, 터널노선 제외): 3개*를 제외한 21개 노선에서 모든 교량이 B등급 이상

* **천변도시고속화도로(대전, C등급 67%)**, 서수원~의왕고속화도로(경기, C등급 14%), 수석~호평도시고속도로(남양주, 소규모교량만 C등급)

자료: 한국도로공사, 시설물통합정보시스템(FMS) 등록자료 재구성

■ 천변도시고속화도로의 결함부재 관리 필요

그런데 천변도로 민자사업자가 천변도시고속화도로의 6개 관리대상 교량[60]에 대해 2018년 하반기 정밀안전진단을 한 결과 배수시설 불량 등으로 [사진 7]과 같이 교량 하부 및 교량받침 등에 누수, 백태, 부식 및 균열 등이 발생함에 따라 상태평가에 따른 배수체계 등급이 상당수 부재[61]에 대해 c등급 이하로 평가되었고, 손상 방치 시 교면포장 물고임, 하부구조의 표면 열화 등 손상을 유발할 수 있으므로 배수관을 재설치하는 등으로 사용성을 확보해야 하는 것으로 진단을 받았다.

---

59) 매년 구조물 안전지수 관리방안(또는 노후구조물 성능향상 방안으로 명칭)을 수립해 C등급 하락 예상구조물에 대하여 보수·보강 등 중점 관리

60) 대화대교, 대화대교 RAMP-B, 대화대교 RAMP-C, 대화대교 RAMP-D, 원촌육교, 구만교

61) 배수 관련 부재 전체 127개(대화대교 38개, 대화대교 RAMP-B 24개, 대화대교 RAMP-C 12개, 대화대교 RAMP-D 9개, 원촌육교 6개, 구만교 38개) 중 81개(63.8%, 대화대교 24개, 대화대교 RAMP-B 11개, 대화대교 RAMP-C 9개, 구만교 37개)가 c등급 이하(c등급 79개, d등급 2개)

[사진 7] 시설물 주요결함 현황

신축이음 하부 누수 (대화대교 A2상 Exp.7)	강재 부식 (대화대교 S6하G1 거더)	교대 흉벽부 누수·백태 (대화대교 A2)	전단키, 볼트 부식 (대화대교 A1 Br11, 12)
바닥판 하면 백태 (대화대교 RAMP-B S7)	**교량받침 부식 (대화대교 RAMP-B P10)**	**바닥판 캔틸레버부 층분리 (대화대교 RAMP-C S1)**	**바닥판 캔틸레버부 균열 (대화대교 RAMP-D S7)**

자료: 대전광역시 제출자료(“천변도시고속화도로 2018년 정밀안전진단 보고서”) 재구성

그리고 대화대교(교대 A2), 원촌육교(교대 A1, A2)의 경우 신축이음부의 고무재 파손, 콘크리트 균열 등으로 교량 하부에 손상이 발생하고, 보수하여도 재발생할 가능성이 높아 재설치하는 것이 유리한 것으로 나타나는 등 [표 29]와 같이 6개 교량의 세부 부재 718개 중 274개(38.2%)에서 c등급 이하 결함이 확인되었다.

[표 29] 등급별 결함부재 발생 현황

(단위: 개)

구분	계	b등급	c등급	d등급	주요결함 내용
대화대교	228	122	99	7	배수불량, 교량받침 부식, 교량바닥판 균열, 망상균열, 열화, 교각 망상균열(0.3㎜ 이상)
대화대교 RAMP-B	101	69	32	0	배수불량, 교량바닥판 균열·백태·망상균열, 교각 표면열화, 도장박리 등
대화대교 RAMP-C	79	44	35	0	배수불량, 교대·교각 균열(0.3㎜ 이상), 교량받침 부식, 방호벽 망상균열 등
대화대교 RAMP-D	56	42	14	0	배수불량, 교량바닥판 균열, 캔틸레버(S9) 균열부 백태, 교량받침, 전단키 부식 등
원촌육교	49	41	8	0	교대 균열, 백태, 신축이음부(A1, A2) 누수, 부식, 후타재균열(전면교체 필요)
구만교	205	126	59	20	배수불량, 신축이음(A2) 파손(전면교체 필요), 바닥판 하면 망상균열 등
계	718	444	**247**	**27**	-

자료: 대전광역시 제출자료(“천변도시고속화도로 2018년 정밀안전진단 보고서”) 재구성

따라서 대전광역시는 천변도로 민자사업자가 시설물 현재의 상태가 악화되지 않도록 결함부재를 적기에 보수·보강하는지 등을 지도·감독하여 주요 시설물

인 교량의 안전등급이 내구성, 기능성 저하 등이 발생하는 C등급 이하로 악화되지 않도록 하여야 했다.[62]

나) 감사결과 확인된 문제점

그런데 이번 감사원 감사기간 동안 위 6개 교량에서 확인된 결함부재의 보수·보강 실태를 점검한 결과, 천변도로 민자사업자는 2018년 정밀안전진단을 통해 세부 부재의 c등급 결함 247개를 포함해 총 718개의 결함사항을 확인하고도 2년 이상이 지난 2021년 3월 현재까지 [사진 7]의 시설물 결함을 포함해 교체가 필요한 것으로 진단된 대화대교와 원촌육교의 배수시설물 및 신축이음 등을 보수하지 않는 등 [표 30]과 같이 교량 6개에 대하여 내구성, 기능성 등의 저하를 가져올 수 있는 c등급 부재(247개)의 60.7%(150개)를 보수하지 않고 있었다.

그런데도 대전광역시는 민자사업자가 제출한 유지관리계획 등[63]에 대해 보완요구 없이 그대로 두고 있었다.

[표 30] 등급별 결함부재 보수 현황

(단위: 개, %)

구분	계		b등급		c등급		d등급	
	결함	보수(비율)	결함	보수(비율)	결함	보수(비율)	결함	보수(비율)
대화대교	228	34(14.9)	122	4(3.3)	99	24(24.2)	7	6(85.7)
대화대교 RAMP-B	101	15(14.9)	69	4(5.8)	32	11(34.4)	0	0(-)
대화대교 RAMP-C	79	10(12.7)	44	3(6.8)	35	7(20.0)	0	0(-)
대화대교 RAMP-D	56	6(10.7)	42	6(14.3)	14	0(0)	0	0(-)
원촌육교	49	1(2.0)	41	1(2.4)	8	0(0)	0	0(-)
구만교	205	111(54.1)	126	37(29.4)	59	55(93.2)	20	19(95.0)
계	**718**	**177(24.7)**	**444**	**55(12.4)**	**247**	**97(39.3)**	**27**	**25(92.6)**

주: ( ) 안은 보수율(보수 개소÷결함발생 개소)을 의미
자료: 대전광역시 제출자료

62) 천변도시고속화도로 민자사업자의 관리·운영기간은 2031년 12월까지로 실시협약(양허계약서) 부록 6 반환조건에 따르면 운영기간 동안 협약을 준수하여 유지보수하면 반환일에 적정한 상태가 될 것으로 예상된다고만 되어 있고, 반환 시의 보수사항에 대해 명확히 규정된 내용도 없어 운영기간 중 유지관리 수준을 정하여 보완하도록 지도·감독하지 않으면 민자사업자의 운영기간 종료 시 내구성, 기능성 등의 저하를 가져올 수 있는 결함부재가 그대로 인수될 수 있음

63) 민자사업자는 민자도로 유지관리기준 제4조에 따라 보수·보강계획 등을 포함해 5년 단위의 중기 유지관리계획 및 1년 단위의 유지관리시행계획을 주무관청에 제출하도록 되어 있음

또한 이번 감사 시 보수 부위의 결함 재발 여부를 확인한 결과 2018. 5. 15. 보수한 대화대교 바닥판 하면(S19)에서 철근노출 등 결함이 다시 발견되는 등 [별표 8] “보수 부위 결함 재발생 현황”과 같이 결함사항이 제대로 보수되지 않고 있었다.[64]

이에 따라 2018년 정밀안전진단 이후 2년여가 지난 현재 관리 교량 6개 중 5개[65]의 결함 정도가 증가하여 이 중 대화대교 등 4개[66] 교량은 2020년 정밀점검에서 시설물 전체의 안전등급이 B에서 C로 낮아지는 등 시설물 상태가 악화되어 향후 시설물의 내구성, 기능성이 저하되고 유지관리비 증가를 초래할 가능성이 있다.

3) 지진안전성 미확보 교량에 대한 보수·보강 계획 미수립

가) 관계법령 및 판단기준

「지진·화산재해대책법」 제15조와 제16조에 따르면 행안부장관은 5년마다 기존 시설물에 대한 내진보강기본계획을 수립하도록 되어 있으며, 재난관리책임기관의 장은 이와 같이 수립된 내진보강기본계획을 토대로 시설물에 대한 내진보강을 추진하도록 되어 있다.

한편 민자사업자는 2018년 정밀안전진단 시 대화대교 등 3개 교량[67]의 내진성능을 평가한 결과 교량받침부[68]에서 지진안전성을 확보하지 못하는 것으로 나

64) 천변도로 민자사업자는 결함사항 보수 시 포장, 신축이음 등 보수범위가 큰 경우를 제외하고 교량 바닥판, 방호벽 등 대부분의 보수사항을 소규모로 분리(건설업 면허가 필요 없는 공사비 1,500만 원 이하로 분리)하여 「건설산업기본법 시행령」 제7조 관련 [별표 1]에 따른 ‘시설물유지관리업’ 등 적합한 건설업 면허가 없는 업체로 하여금 보수하도록 하면서 사진을 제외한 보수방법 등의 기록을 보관하지 않는 등 보수 관리 부실

65) 대화대교, 대화대교 RAMP-B, 대화대교 RAMP-C, 대화대교 RAMP-D, 원촌육교

66) 대화대교, 대화대교 RAMP-B, 대화대교 RAMP-C, 대화대교 RAMP-D

67) 대화대교, 대화대교 RAMP-C, 원촌육교[시간당 교통량 최대 609~8,170대(출근시간대)]

68) 대화대교 P8 교량받침부, 대화대교 RAMP-C P8, P9 교량받침부, 원촌육교 P2 교량받침부

타나 [그림 12]와 같이 기존 포트받침을 면진받침으로 교체하는 등 내진보강을 하여야 하는 것으로 진단을 받았으며, 2019. 10. 31.에는 민자도로 유지관리기준 제4조에 따라 향후 5년간 시설물 보수·보강 사항 등을 포함한 유지관리계획(2020~2024년)을 수립해 대전광역시에 제출하였다.

[그림 12] 교량받침 교체 방안

포트받침(기존): 강재 원형용기 속에 두꺼운 고무판을 삽입하고 밀폐된 고무판을 통해 상부구조물에 작용하는 모든 수직하중과 회전을 수용	**면진받침(보수 방안)**: 특수설계된 디스크 베어링과 수평하중을 강성으로 저항하는 매스에너지 조절장치를 조합해 지진력을 흡수·소산

자료: 대전광역시 제출자료(“천변도시고속화도로 2018년 정밀안전진단 보고서”) 재구성

따라서 대전광역시는 민자사업자가 제출한 유지관리계획을 검토하여 지진안전성이 확보되지 않은 교량에 대한 보수·보강계획이 제대로 수립되도록 지도·감독하여야 했다.

나) 감사결과 확인된 문제점

그런데 대전광역시는 민자사업자가 2019년 10월 내진성능을 확보하지 못한 것으로 확인된 교량받침에 대하여 보수·보강계획을 수립하지 않은 채 유지관리계획을 제출하였는데도 이를 보완요구 없이 그대로 두었다.[69]

이에 따라 2019년 유지관리계획 및 2020년 「3단계(2021~2025년) 기존 시설물 내진보강기본계획」 등에 내진보강 대책이 반영되지 않아 교통량이 많은[70] 주요

69) 대전광역시는 2020. 6. 11. 행안부가 「3단계(2021~2025년) 기존 시설물 내진보강기본계획」 수립을 위해 내진보강 대상 시설물 현황을 요청한 데 대해서도 지진안전성이 확보되지 않은 위 3개 교량에 대한 현황을 누락하여 제출

70) 시간당 교통량 최대 609~8,170대(대화대교 2,422대, 대화대교 RAMP-C 609대, 원촌육교 8,170대]

교량이 지진에 대한 안전성이 확보되지 않은 채 장기간 방치될 가능성이 있다.

관계기관 의견 대전광역시는 감사결과를 받아들이면서 민자사업자의 유지관리계획 등을 주기적으로 점검하여 시설물의 내구성 및 기능성이 저하되지 않도록 철저히 지도·감독하고, 지진안전성이 확보되지 않은 교량은 내진보강대책을 수립해 내진보강사업이 추진될 수 있도록 신속히 조치하겠다고 답변하였다.

조치할 사항 **대전광역시장**은 천변도시고속화도로의 세부 부재에 결함이 발생한 교량에 대하여 안전등급이 상향되고 지진안전성이 확보될 수 있도록 보수·보강하는 방안을 마련하시기 바랍니다.**(통보)**

나 서수원~의왕고속화도로 노후 교량 유지보수 부적정

1) 업무 개요

경기도는 2008. 8. 18. 경기남부도로주식회사(이하 “서수원의왕도로 민자사업자”라 한다)와 「서수원～의왕고속화도로 민간투자시설사업 실시협약」(이하 “실시협약”이라 한다)을 맺고, 실시협약 제31조, 제44조 등에 따라 서수원～의왕고속화도로를 유지관리하는 서수원의왕도로 민자사업자를 지도·감독하고 있다.

서수원～의왕고속화도로의 유지관리 범위[71]에는 민자사업으로 확장한 도로(왕복 6~8차로)뿐만 아니라 경기도가 관리하는 기존 도로(왕복 4차로)도 포함하는 것으로 실시협약을 맺었고, 유지관리 범위에 있는 도로에는 1992년, 1998년, 2012년에 각각 준공(확장)된 총 50개[72]의 교량이 있다.

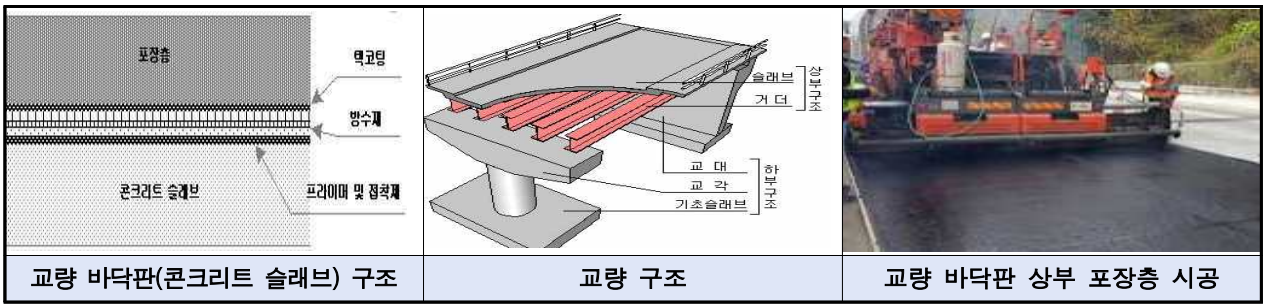
2) 관계법령 및 판단기준

가) 교량 바닥판의 구조와 손상 과정

교량의 바닥판(Deck Plate)은 [그림 13]과 같이 아스팔트(또는 콘크리트 계열) 포장층 아래에 있는 교량 상부구조물인 콘크리트 슬래브(Slab)를 말하며, 교통하중을 직접 지지하여 거더(Girder, 대들보)에 전달하는 기능을 하는데, 사용기간 동안 차량 하중 및 다양한 환경조건(동해, 우수 및 제설 염화물)에 노출되어 다른 주요부재(거더 등)에 비해서 다양한 결함 및 손상이 자주 발생한다.

71) 유지관리 범위: 경기도 수원시 금곡동~과천시 문원동, 총 19.33㎞(왕복 6~12차로)
72) 이름이 같은 교량이라도 상·하행선이 구분된 경우는 각각의 교량으로 보아 2개로 산정

[그림 13] 교량 바닥판의 구조와 포장층 시공

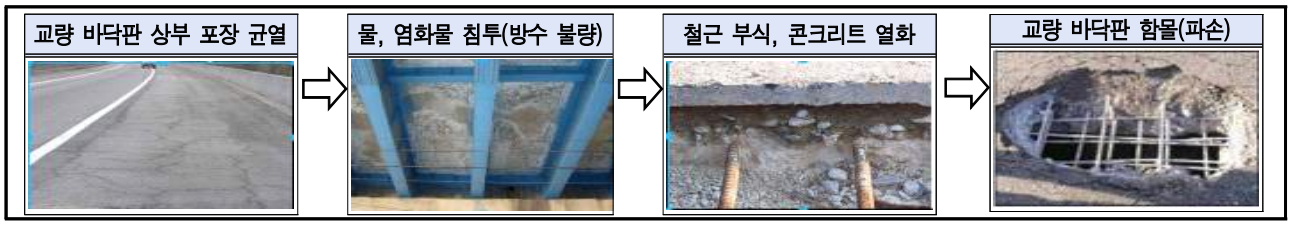


교량 바닥판(콘크리트 슬래브) 구조	교량 구조	교량 바닥판 상부 포장층 시공

자료: 인터넷 등 공개자료 재구성

교량 바닥판의 손상(열화)은 [사진 8]과 같이 교량 바닥판 상부 아스팔트 포장층 균열 부위로 물, 염화물이 침투하면서 바닥판 내부 철근 부식 및 콘크리트 열화 등을 거쳐 진행된다.

[사진 8] 교량 바닥판의 손상 과정



자료: 한국도로공사 제출자료(「콘크리트 교량 바닥판의 열화 방지 매뉴얼」) 재구성

그리고 「콘크리트 교량 바닥판의 열화 방지 매뉴얼」(한국도로공사)에 따르면 준공 후 20년 이상이 경과한 전체 교량의 21%에서 바닥판 손상(열화)이 확인되는 등 사용 연수가 증가할수록 바닥판 손상이 증가하고 상부 포장층 재료가 콘크리트보다 아스팔트인 교량에서 손상이 더 많이 발생[73]하는 것으로 확인되었다.

그러므로 사용 연수가 오래되고 포장층이 아스팔트[74]인 교량은 바닥판 손상(열화) 발생이 우려되고 이 상태를 방치하면 손상이 증가·확대될 수 있다.

나) 교량 바닥판 유지관리 규정과 보수대책

실시협약 제42조에 따르면 민자사업자는 시설물안전법 및 한국도로공사가

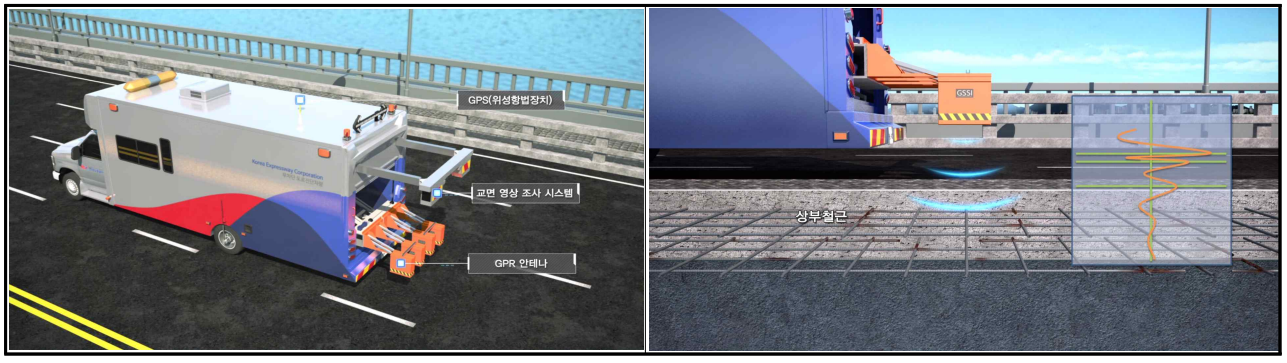
73) 아스팔트 포장은 아스팔트 산화 및 소성변형 발생 등으로 콘크리트 포장에 비해 상대적으로 내구성이 좋지 않고 강도도 약하여 손상이 더 많이 발생하는 경향이 있음
74) 서수원~의왕고속화도로의 모든 교량 포장층은 아스팔트로 되어 있음

고속도로 유지관리에 적용하는 규정(유지관리규정, 매뉴얼 등)에 준하여 유지관리하고, 주무관청은 민자사업자가 시설물안전법 및 한국도로공사의 유지관리규정 등에서 정한 수준에 미달하게 유지관리하는 경우 시정을 명할 수 있도록 되어 있다.

한국도로공사의 「콘크리트 교량 바닥판의 열화 방지 매뉴얼」에 따르면 교량 포장층 표면의 상태가 비교적 양호하더라도 포장층 하부 및 바닥판의 상태가 불량한 경우가 많으므로 손상(열화) 발생이 우려되는 교량은 포장 내부의 바닥판 상태평가(상태조사)를 우선적으로 하여 보수대책을 수립하도록 되어 있다.

교량 포장 내부의 바닥판 상태조사는 바닥에 구멍을 뚫어 내부를 직접 확인하는 코어 채취방법[75]과 비파괴탐사 장비로 내부를 확인하는 GPR[76] 조사방법이 있는데, 코어 채취방법은 일정 부분(예: 직경 10㎝ 코어)의 표본조사 결과가 교량 전체 바닥판의 상태를 대표하는 단점이 있어 최근에는 [그림 14]와 같이 차량으로 주행하면서 교량 바닥판 전체를 조사하는 GPR 조사방법을 많이 이용하고 있다.

[그림 14] 교량 바닥판 GPR 조사 방법



자료: 한국도로공사 제출자료 재구성

75) 코어 채취 기계로 교량에 직경 10㎝ 구멍을 뚫어 포장층과 바닥판의 상태를 직접 확인하는 방법
76) Ground Penetrating Radar로서 전자파를 시설물에 송신하고 다른 성질을 가진 물체(반사체)의 경계면에서 전자파가 반사되어 되돌아오는 시간과 크기를 이용하여 시설물 내부상태를 조사

그리고 손상된 바닥판 보수대책으로는 바닥판 상태[77]가 c등급(바닥판 손상률이 2~10%인 상태)이면 열화부 콘크리트 제거 후 바닥판 부분 보수 및 재포장을 하고, d등급(바닥판 손상률이 10~20%인 상태)이면 열화부 콘크리트 제거 후 콘크리트 계열로 재포장(덧씌우기)하는 것이 바람직한 것으로 되어 있다.

한편 위 내용은 「고속도로 교량유지관리 실무요령」(한국도로공사) “부재 관리”에도 동일하게[78] 규정되어 있다.

따라서 경기도는 민자사업자로 하여금 서수원~의왕 간 고속화도로에서 사용 연수가 오래된 교량부터 내부 바닥판 상태를 우선 조사하여 「고속도로 교량유지관리 실무요령」 등에 따라 바닥판을 보수하는 등의 대책을 수립하도록 지도·감독하는 것이 바람직하다.

3) 감사결과 확인된 문제점

그런데 민자사업자는 2017년 9월 서수원~의왕고속화도로 교량 바닥판 열화상태조사를 계획하고 안전진단 전문기관을 통해 교량 바닥판 상태를 조사하면서 사용 연수가 오래된 교량부터 바닥판 상태를 우선 조사하지 않은 채 [표 31] 및 [별표 9] “20년이 경과한 교량 중 바닥판 상태조사 현황”과 같이 사용 연수와 무관하게 총 9개 교량에 대하여만 바닥판 상태를 조사(교량별로 일부 구간에 대해 코어 채취)하였다.

---

77) 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검·진단 편)」(국토부)에 따르면 부재 손상률에 따라 최상위 등급인 a등급부터 최하위 등급인 e등급까지 5개 등급이 있음

78) GPR 조사 및 코어 채취 조사 결과를 탄력적으로 적용하되, 바닥판 손상률이 10% 미만이면 아스팔트(아스콘) 또는 콘크리트로, 10% 이상이면 콘크리트로 각각 재포장(개량)

[표 31] 교량 바닥판 상태조사 현황(2017년 9월)

(단위: 개)

구분	계	사용 연수 20년 미만 교량	사용 연수 20년 경과 교량
전체	50	29	21
실제 바닥판 상태조사	**9**	**6**	**3**

주: 1. 사용 연수 20년 미만 교량(6개)은 내손교, 왕림교, 왕림1교, 의왕IC교, 삼리교, 월암IC교
2. 사용 연수 20년 경과 교량(3개)은 오전교 상행, 오전교 하행[79], 청계1교

자료: 한국도로공사 제출자료 재구성

그리고 보수대책을 수립·시행하면서 교량 바닥판 상태를 조사한 사용 연수 20년 경과 3개 교량 중에서 오전교 하행, 청계1교는 보수가 필요(오전교 상행은 보수 불필요로 진단)한 것으로 조사되었는데 2021년 3월 현재까지 이 중 오전교 하행은 재포장 등 보수가 이루어지지 않았다.[80]

위와 같이 민자사업자가 사용 연수 20년 경과 교량 중 3개만 바닥판 상태조사를 하고 재포장 등 보수를 하지 않음에 따라 2021년 3월 현재 17개[81] 교량의 사용 연수가 20년이 넘었는데도 바닥판 상태조사가 이루어지지 않거나 재포장 등 보수대책이 수립되지 않은 것을 경기도는 그대로 두고 있었다.

이에 이번 감사원 감사기간 동안 재포장 등 보수대책을 수립하지 아니한 위 17개 교량[82] 중 상대적으로 사용 연수도 오래되고 연장도 긴 본선 4개 교량(백운대교, 한직교, 오전교 상행, 오전교 하행)을 대상[83]으로 「고속도로 교량유지관리 실무요령」 등에 따라 교량 바닥판 상태를 현장 점검(GPR 조사방법)하였다.

---

79) 오전교 상행과 오전교 하행은 각각 분리된 개별 교량임

80) 사용 연수 20년이 경과한 교량 중 바닥판 상태조사를 한 청계1교(상·하행)는 보수를 하였고, 바닥판 상태조사를 하지 않은 서수원IC교, 당수천교, 왕곡1교 등 3개 교량(한직교와 과천IC교 미포함)은 구체적인 진단 없이 바닥판 손상 예방 등을 위해 미리 콘크리트 계열로 재포장하였음

81) 20년이 경과한 21개 교량 중 이미 바닥판을 보수한 4개 교량(청계1교, 서수원IC교, 당수천교, 왕곡1교)을 제외한 나머지 17개 교량(한직교와 과천IC교는 재포장한 면적이 50% 미만이므로 보수가 완료된 것으로 볼 수 없어 보수한 4개 교량에 포함하지 않고 미보수 교량 17개에 포함)

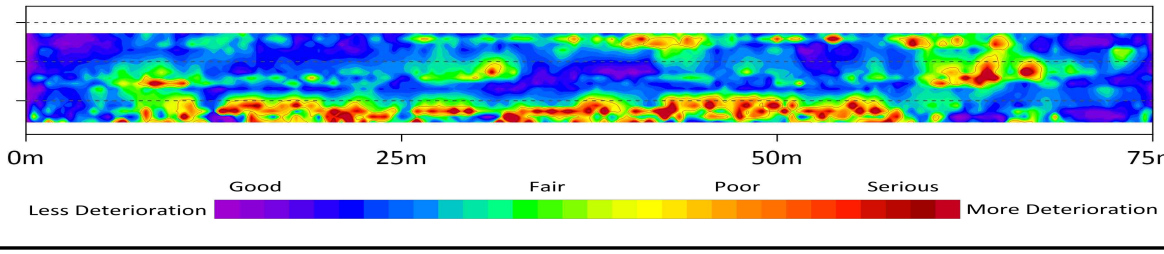
82) 극히 일부(전체 면적의 50% 미만)만 재포장한 한직교와 과천IC교를 포함하여 17개 교량임

83) 오전교 상행, 오전교 하행은 2017년 9월 일부 구간에 대해 코어 채취방법으로 표본조사한 교량 바닥판 상태조사의 정확성을 확인하기 위해 현장 점검 대상으로 선정함

이에 따라 [표 32] 및 [별표 10] “교량 바닥판 상태조사(GPR) 결과”와 같이 오전교 상행은 2017년 9월 바닥판 상태조사 결과(보수 불필요로 진단)와 다르게 보수가 필요한 것으로 확인되는 등 4개 교량의 바닥판은 긴급한 보수·보강(d등급) 또는 내구성 저하 방지를 위한 보수(c등급)가 필요한 상태로서 모두 보수가 필요한 것으로 확인되어 통행 차량 안전에 지장을 초래하고 교량의 내구성 저하가 우려되는 실정이다.

[표 32] 사용 연수 20년 경과 교량의 바닥판 GPR 조사 결과

(단위: %)

구분	오전교 상행	오전교 하행	백운대교		한직교
			(상행)	(하행)	(상행)
바닥판 손상률	3.92	12.03	4.24	4.92	3.69
바닥판 상태 등급	c	d	c	c	c
오전교 하행 손상 현황					

주: 손상률은 조사면적 대비 손상(열화)면적의 비율로서 2~10% 미만인 경우 c등급, 10~20% 미만인 경우 d등급
자료: 한국도로공사(도로교통연구원) GPR 조사결과

재포장 보수 후 바닥판 상태조사

▪ 이번 감사원 감사기간 동안 사용 연수 20년이 경과하였으나 2020년에 재포장한 서수원IC교에 대하여 바닥판 상태를 조사한 결과, 재포장 보수 후에는 바닥판 상태가 양호(b등급)한 것으로 확인
- 사용 연수가 오래된 교량을 방치하지 않고 재포장 보수를 하면 손상의 진행을 막는 효과

관계기관 의견 경기도는 감사결과를 받아들이면서 감사원 감사기간 동안 바닥판 손상이 확인된 오전교 하행 등 4개 교량은 「고속도로 교량유지관리 실무요령」에 따라 적정한 보수·보강을 하도록 하고, 나머지 교량은 「콘크리트 교량 바닥판의 열화 방지 매뉴얼」 등에 따라 교량 바닥판 상태조사를 하고 그 결과에

따라 시급성 등을 고려하여 보수·보강 대책을 마련하도록 민자사업자를 지도·감독하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 **경기도지사**는 서수원~의왕고속화도로의 노후 교량 중 바닥판 손상이 확인된 오전교 하행 등 4개 교량에 대해 적정한 보수·보강 대책을 마련하고 나머지 교량은 바닥판 상태조사를 거쳐 적정한 보수·보강 대책을 마련하시기 바랍니다.**(통보)**

다 터널 제연설비 운영 부적정

1) 업무 개요

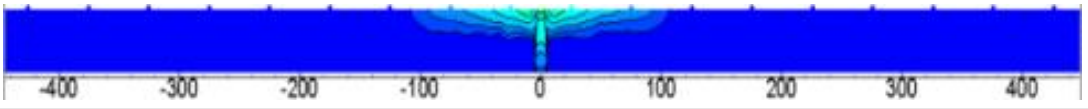
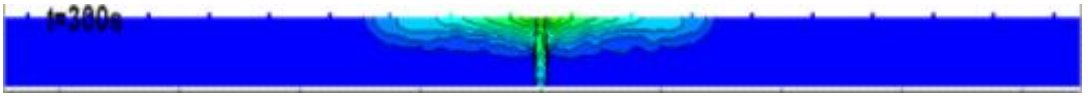
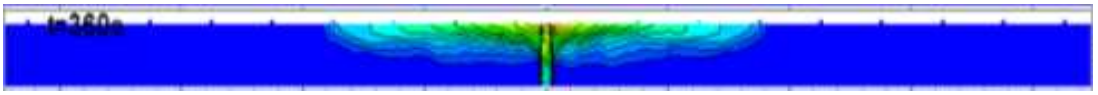
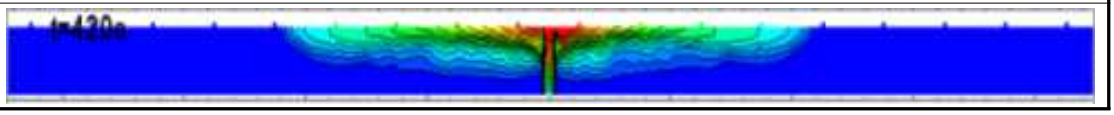
서울특별시 등 [별표 11] 기재 10개 지자체는 민자도시도로의 유료도로관리청으로서 「유료도로법」 제10조 및 제14조에 따라 민자사업자에게 유료도로관리권을 설정하여 「도로법」에 따른 해당 유료도로관리청의 업무를 대행하게 하면서 「유료도로법」 제23조의2 등에 따라 터널 방재시설 등 도로 시설물을 설치·운영할 때 민자사업자로부터 추진 계획 및 현황 등을 보고받고 이를 점검·감독하는 등 민자도로의 건설, 안전 및 유지관리 등을 총괄하는 업무를 하고 있다.

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 15]와 같이 층을 이루어 종방향으로 점차 확산되면서 연기로 인한 가시거리 감소, 유독가스 중독, 온도 상승으로 인한 화상, 산소 농도의 감소로 인한 저산소증 등을 일으킬 수 있다.

[그림 15] 시간별 성층화 진행 추이

화재발생 후 경과시간	연기 확산 추이
4분 경과	
5분 경과	
6분 경과	
7분 경과	

자료: 국토부 제출자료 재구성

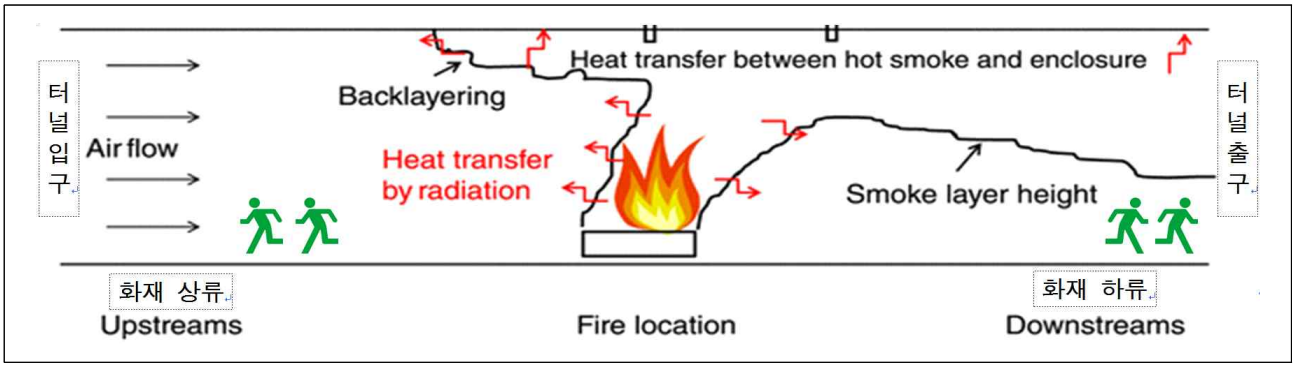
그러므로 도로터널에서의 화재 발생 초기에 차량 탑승자들이 연기 등의 피해를 입지 않도록 신속하고 안전하게 터널 입·출구나 인근 피난공간[84] 등으로 탈출할 수 있는 대피환경이 유지되어야 한다.

나) 도로터널 제연설비의 기능

[그림 16]과 같이 도로터널 내에서 화재 발생 시 화재지점 뒤쪽(화재 상류 지역)은 차량 탑승자들이 터널 입구 방향(또는 인근 피난공간)으로 대피할 수 있게 연기 등이 화재지점 뒤쪽으로 역류(逆流, Backlayering)하지 않고 차량 주행 방향으로 이동하도록 하여야 하며, 화재지점 앞쪽(화재 하류)은 차량 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.

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

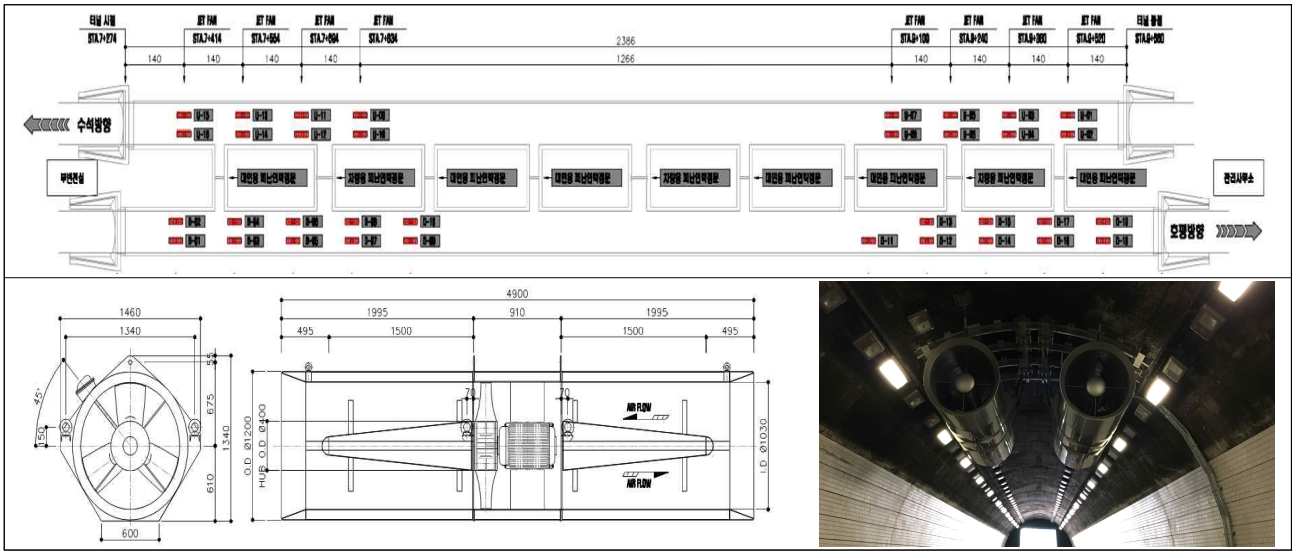
[그림 16] 도로터널에서의 화재 발생 시 대피환경 확보 방안



자료: 국토부 제출자료 재구성

위와 같이 화재 발생 시 연기 등이 성층화를 유지하면서 역류현상을 억제하는 차량 진행방향의 풍속을 임계풍속(Critical Velocity)이라 하고, 임계풍속을 유지할 수 있도록 [그림 17]과 같이 제트팬 등 제연설비[85]를 터널 입구부, 출구부 또는 중앙부 등에 설치하여 압입운전(화재지점 뒤쪽에서 가동), 흡입운전(화재지점 앞쪽에서 가동) 등의 방식으로 가동한다.

[그림 17] 제트팬 설치 단면



주: 수석~호평도시고속도로의 경우 각 방향의 일방통행 터널(호평, 수석 방향)에 제트팬(적색 부분)을 입구부 및 출구부에 복열(復列) 140m 간격으로 설치(19대, 16대)하고, 250m 간격으로 피난연결통로를 설치함

자료: 국토부 및 남양주시 제출자료 재구성

85) 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

다) 도로터널 제연설비 관련 규정

방재관리지침에 따르면 방재등급 2등급[86] 이상 터널의 경우 제연설비(제트팬)를 설치하고 터널 내에서 화재 발생 시 터널 내 연기 등의 방향을 제어하여 운전자들이 대피환경을 확보하도록 하고 있다.

■ **제연설비를 임계풍속으로 가동 유지**

방재관리지침 6.1.2에 따르면 화재 발생 초기(약 10~15분)에는 대피환경 확보를 목표로 제연설비를 수동 조작하여 제연풍속을 임계풍속에 맞추어 가동하여 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.

[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 재구성

■ **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[87]를 달리하여 상정한 화재 발생 시나리오에 따라 터널의 제연방식 및 터널의 특성에 맞는 제연설비 운영매뉴

86) 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

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

얼을 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[88])하도록 규정되어 있으므로 화재차량의 종류(터널 제원은 동일)에 따른 임계풍속을 사전에 정해야 하고, 이에 따라 임계풍속 도달 시 제트팬을 추가 가동하지 않아야 한다.[89]

화재의 위치에 대해서는 화재지점에 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 18]과 같이 화재가 발생하는 위치를 터널 입구부, 중간부, 출구부 등으로 구분하여 이에 따른 제트팬 운전조건(가동순서 등)을 설정하여야 한다.

[그림 18] 터널 화재의 위치에 따른 제트팬 운전조건(가동순서 등) 예시

터널 입구부 화재 발생 시 | 터널 중간부 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[90]로 운전하도록 제

88) 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

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

90) 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

트팬 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 서울특별시 등 도로관리청은 터널관리주체인 민자사업자가 민자도시도로의 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

가) 제연설비 운영매뉴얼의 운전조건 오류 및 미설정

이번 감사원 감사기간 동안 민자도시도로(18개) 터널 중에서 제트팬이 설치된 22개 터널에 대하여 방재관리지침에 따른 제연설비 운영매뉴얼을 검토한 결과는 다음과 같다.([별표 11] “민자도시도로 터널 제연설비 및 운영매뉴얼 현황” 참조)

화재의 위치와 관련하여 수정산터널(부산광역시 소재)은 화재가 발생한 지점에서 가까운 제트팬을 선택하여 가동하도록 기재되어 있고, 앞산터널(대구광역시 소재)은 출구부 제트팬을 우선 가동하지 않는 등 6개 터널[91]은 운전조건을 잘못 설정하였고, 우면산터널(서울특별시 소재) 등 14개 터널은 화재의 위치에 따른 운전조건을 설정하지 않았다(미시령터널은 제연설비 운영매뉴얼을 수립조차 하지 않고

(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

91) 용마터널, 산성터널, 수정산터널, 범물터널, 앞산터널, 백봉터널

있었음).[92]

그리고 화재차량의 종류에 따라 화재강도가 달라지므로 임계풍속도 다르게 설정하여야 하는데도 22개 터널 모두 이에 따른 운전조건을 설정하지 않고 있었다.

나) 강남순환로 관악터널 화재 사례에 대한 제트팬 운전의 적정성 검토

이번 감사원 감사기간 동안 최근에 화재가 발생한 강남순환로(서울특별시 소재) 관악터널에서 제트팬을 가동한 자료(제트팬별 가동시간 로그기록, CCTV 등) 등을 확인하여 제트팬 운전의 적정성을 검토하였다.

관악터널(연장 4,990m)의 제연설비 운영매뉴얼에는 화재의 위치 및 화재차량의 종류에 따른 운전조건이 설정되어 있지 않아 화재의 위치와 관계없이 제트팬 가동방식이 달라지지 않고, 화재차량의 종류에 따른 임계풍속과 관계없이 제트팬 전체를 동시에 가동(4분 내 전체 가동)하고 있었다.

2020. 4. 1. 15시 13분경 관악터널 수서방향 2,800m 지점(중간부)에서 차량(BMW 승용차) 고장으로 차량 엔진에 화재가 발생하자 민자사업자[강남순환도로(주)]는 화재 발생 감지 후 약 4분이 경과된 시점에 출구부 6개 제트팬과 입구부 7개 제트팬을 전부 가동하였고 이때 터널 내 풍속은 터널의 임계풍속인 2.6㎧보다 상당히 높은 10㎧(시속 36km)의 속도가 되도록 가동시켰다.

방재관리지침 6.1.4(2)에 따르면 일방통행 터널에서 비정체 시 화재가 발생한 경우 초기에는 차량 주행방향으로 임계풍속을 유지할 수 있도록 먼저 출구부 제트팬만 가동시켜서 터널 압력이 부압이 되도록 하여 성층화를 교란하지 않도록 하여야 하는데도 위의 경우에는 입구부 제트팬까지 초기부터 가동시켰고 터

92) 만월산터널, 팔룡터널 등 2개 터널은 화재의 위치에 따른 운전조건을 적합하게 설정하였음

널 내 제연풍속도 임계풍속의 3배 이상으로 하여 [사진 9]와 같이 연기의 성층화가 교란되어 화재차량보다 전방에 있는 차량이 미처 터널을 벗어나기도 전에 연기에 휩싸이게 되었다.

[사진 9] 화재 초기 모든 제트팬 가동으로 인한 연기 교란 및 확산(강남순환로 관악터널)

자료: 서울특별시 제출자료 재구성

또한 상대터널은 양압상태를 유지하도록 가압운전모드로 운전하여 화재터널에서 연기가 유입되지 않도록 해야 하는데도 상대터널의 제트팬을 차량 주행방향으로만 운전하여 양압상태를 유지하지 않았다.

관련 참고 사례(수석-호평도시고속도로 백봉터널)

▪ 수석~호평도시고속화도로(경기도 남양주시 소재) 백봉터널(연장 2.43㎞)의 제연설비 운영매뉴얼에는 화재의 위치에 따른 제트팬 운전조건은 설정되어 있었으나 제트팬 담당자가 운전조건을 숙지하지 못하여 운영매뉴얼과 다르게 제트팬 가동

- 2020. 4. 24. 15시 49분경 백봉터널 호평 방향 1,240m 지점(중간부)에서 차량 화재가 발생하자 제연설비 운영매뉴얼에 화재의 위치에 따른 제트팬 운전조건이 출구부 제트팬부터 순차적으로 가동하는 것으로 되어 있는데도 민자사업자[남양주도시고속도로(주)]는 당시 터널 내부풍속(3.8㎧)과 무관하게 연기를 터널 밖으로 신속히 배출한다는 사유로 운영매뉴얼과 다르게 화재 초기부터 출구부 제트팬뿐만 아니라 입구부 제트팬도 같이 가동하여 임계풍속인 2~3㎧보다 높은 4.1㎧의 속도로 높임

* 백봉터널은 호평 방향(2.43㎞)으로는 입구부에 2×5형태로 10개, 출구부에 1+2×4형태로 9개의 제트팬이 설치되어 있고, 수석 방향으로는 입구부와 출구부에 각각 2×4형태로 8개씩 제트팬이 설치되어 있음

- 또한 상대터널의 제트팬은 피난연결통로로의 연기 유입을 방지하기 위해서 가압운전모드로 운전하여야 하는데도 상대터널(수석 방향)의 제트팬은 가동하지 않고 아무런 조치를 하지 않았음

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

관계기관 의견 서울특별시 등 [별표 11] 기재 10개 시·도는 감사결과를 받아들이면서 민자사업자로 하여금 화재 발생 시나리오를 마련하여 그에 따라 제연설비 운영매뉴얼을 구비하도록 지도·감독하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 **서울특별시 등 [별표 11]에 기재된 10개 지방자치단체의 장**은 민자도시도로 터널의 특성에 맞게 화재의 위치 및 화재차량의 종류에 따른 화재발생 시나리오를 설정하여 제연설비 운영매뉴얼을 수립함으로써 화재 발생 시 그에 따라 제연설비를 운영할 수 있도록 지도·감독을 강화하는 방안을 마련하시기 바랍니다.**(통보)**

라 차선 재귀반사성능 유지관리 부적정

1) 업무 개요

서울특별시 등 11개 지자체는 민간투자법 제45조 등에 따라 민자도시도로의 사업시행자(이하 “민자사업자”라 한다)가 민자도시도로 차선의 재귀반사성능을 유지관리하는 데 대해 지도·감독하고 있다.

차선은 「도로교통법」 제4조 제1항 및 같은 법 시행규칙 제8조 제1항 제5호에 따른 교통안전시설[93]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[94]이란 [그림 19]와 같이 자동차 전조등으로부터 조사(照射)된 빛이 도로 표지 도료용 유리알에 입사되어 유리알 내부에서 굴절(반사광선)된 뒤 다시 광원으로 돌아가는 양의 정도로 측정한다.

---

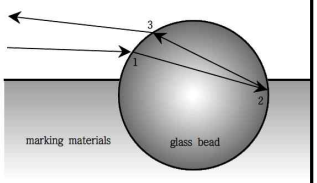
93) 교통안전시설은 도로교통의 안전과 원활한 소통을 확보하기 위한 신호기, 신호등, 안전표지로 구성되고, 안전표지는 삼각형·원형 등의 표지판(속도제한, 위험, 직진·우회전 등)과 노면표시로 나뉨

94) 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 단위면적당 빛이 입사(lx)하여 방출되는 밝기를 나타냄

[그림 19] 차선의 재귀반사성능

차선에 재귀반사성능이 없는 경우

차선에 재귀반사성능이 있는 경우



유리알의 재귀반사성능

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

재귀반사성능이 필요한 차선은 [표 34]와 같이 노면 표지용 도료(2, 4, 5종을 적용)에 재귀반사성능을 갖는 도로 표지 도료용 유리알[95](건조 상태에서는 굴절률별로 1~4호, 물잠김 상태에서는 재귀반사성능에 따라 물잠김 상태 1호 및 물잠김 상태 2호로 구분)[96]을 살포하여 시공[97]한다.

[표 34] 차선 도색 설치재료

구분	노면 표지용 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 열(200℃)로 가열하여 도막 형성. 양생시간이 짧음 ▪5종(상온 경화형): 분말 형태의 아크릴 수지(Cold plastic)를 열(200℃)로 가열하여 도막 형성. 양생시간이 짧고 내구성이 좋음	▪ 일반(건조 상태로 시험) - 1호: 굴절률 1.50~1.64 - 2호: 굴절률 1.64~1.80 - 3호: 굴절률 1.80 이상, 재귀반사성능 18cd/(㎡·lx) 미만 - 4호: 굴절률 1.80 이상, 재귀반사성능 18cd/(㎡·lx) 이상	▪ 물잠김(습윤 상태로 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: 경찰청 제출자료 재구성

차선의 설치재료 중 유리알의 경우 굴절률이 차선의 재귀반사성능에 가장

95) 유리알은 유리 조각을 분쇄한 후 가열하여 제조(굴절률 1.5 정도)하거나 액체 형태로 녹인 유리를 분무하는 등으로 제조함
96) 노면표시 방법에는 도료 이외에 반사테이프 또는 노면표지병(도로부속물로서 도로상에 설치된 노면표시의 선형을 보완하여 야간 또는 우천 시에 운전자의 시선을 명확히 유도함으로써 교통안전 및 원활한 소통을 도모하기 위하여 도로 표면에 설치하는 시설물)을 사용하는 경우도 있음
97) 차선 도색 장비에 따라 기계식은 유리알을 압입하고, 수동식은 유리알을 낙하시켜 살포함

중요한 영향을 미치는데 최근 들어 운전자의 노령화에 의한 야간 시인성을 향상시켜야 하고 특히 우천 시에는 빛이 유리알 표면에 형성된 수막을 거쳐 유리알에 입사되면서 굴절률이 낮아져[98] 재귀반사성능이 줄어들기[습윤(濕潤) 상태 측정값은 건조상태 측정값의 46%)] 때문에 교통안전을 위하여 굴절률이 1.50~1.64인 일반 1호 유리알보다 높은 굴절률을 갖는 유리알을 사용할 필요성이 높아지고 있다.

도료의 경우 시일이 경과함에 따라 부착된 유리알이 탈리(脫離)되는 등으로 인해 재귀반사성능이 감소하는데 한국도로공사의 “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 높고 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	건조 상태	305.3	540.5	225.5	474.5	364.4	655.8	298.4	556.9
	습윤 상태	140.4	248.6	103.7	218.2	167.6	301.6	137.2	256.1
1년 경과	건조 상태	83.9	270.2	**120.6**	316.2	**122.6**	342.2	109.0(△63%)	309.5(△44%)
	습윤 상태	**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 결괏값의 평균을 사용하여 분석함(유리알은 굴절률 1.64~1.80인 일반 2호를 사용)
2. 습윤 상태는 건조 상태의 46%를 적용하여 추정함
3. ( ) 안은 설치 시 대비 1년 경과 시점의 재귀반사성능 감소율을 의미
자료: 차선도색 추적조사 및 성능향상 방안 검토용역(2016년 12월, 한국도로공사)

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

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

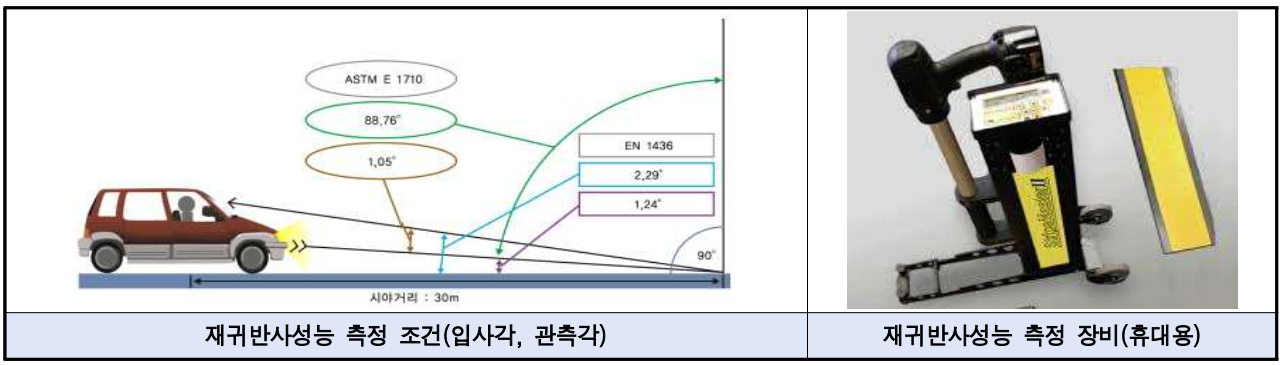
낮아질 것으로 추정된다.

한편 서울특별시의 “2019년 도로 노면표지 상태 조사 및 분석 연구용역 결과”(2020년 5월)에 따르면 4종 도료와 일반 1호 유리알을 사용한 경우 설치 시 재귀반사성능이 건조 상태에서 386.3mcd/(㎡·lx)이지만 습윤 상태에서는 43.7mcd/(㎡·lx)에 불과한 것으로 확인되었다.

나) 차선의 재귀반사성능 관련 설치・관리기준

차선의 재귀반사성능은 [그림 20]과 같이 거리 30m에서 차량 전조등의 높이 0.65m, 운전자 눈의 높이 1.2m일 때의 입사각(조사각) 88.76°, 관측각 1.05°(수직기준)인 조건으로 측정한다.

[그림 20] 차선의 재귀반사성능 측정



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

자료:「교통노면표시 설치·관리 매뉴얼」(경찰청)

차선의 재귀반사성능 설치・관리기준과 관련하여 기존에는 경찰청의「교통노면표시 설치・관리 매뉴얼」에 설치 시 건조 상태에서의 최소 재귀반사성능 기준은 “의무사항”으로, 재설치 기준과 습윤 상태에서의 최소 재귀반사성능 기준은 “권장사항”으로 명시되어 운용되다가 차선의 시인성 부족으로 교통사고가 지속적으로 발생하는 문제점을 해결하기 위해 2018. 6. 12.「도로교통법」 제4조 제2항(2019년 6월 시행)에 주・야간이나 기상상태 등에 관계없이 고속도로, 국도, 지방도 등의 모든 도로에 있는 교통안전시설이 운전자의 눈에 잘 띄게 기준을

마련하도록 하는 규정이 신설되었고, 2019. 6. 14.「도로교통법 시행규칙」 제8조 제2항 [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 (건조 상태)	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 건조 상태 및 습윤 상태 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 표면 전체가 고루 젖도록 하여 측정 현장과 그 주변을 포화상태로 만든 후 60±5초 경과 후 측정함

자료:「도로교통법 시행규칙」[별표 6] 재구성

그리하여 도로관리자는 차선 설치 및 유지관리 시 건조 상태뿐만 아니라 습윤 상태에서도 차선의 재귀반사성능을 측정하여 최소 재귀반사성능 기준 충족 여부를 확인하도록 규정되었다.

다) 한국도로공사 등의 차선 재귀반사성능 확보 조치

한국도로공사는 「도로교통법 시행규칙」이 개정(2019. 6. 14. 시행)되기 전인 2014년 재정고속도로 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[99]에 우천 시 재귀반사성능이 우수한 물잠김 2호[100] 유리알(통상 굴절률 2.4에 상응함)과 일반 2호 유리알을 혼합하여

99) "노면표시 반사성능 확보방안 연구"(2017년 7월, 도로교통공단)에 따르면 갓길선 기준으로 2종 도료는 내구성이 11~15개월인 데 반해 5종 도료는 28~31개월임

100) 2017년 11월 개정되기 전의 KS L 2521에서는 물잠김 2호 유리알을 "2종 2호(우천형 유리알)"로 분류하였음

시공하는 차선(이하 “우천형 차선”이라 한다)을 설치[101]한 이후, 2015년 1월 왕복 6차로 이상 본선 구간의 중앙선과 갓길선에 우천형 차선을 시공하기로 결정하였다.[102]

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

또한 서울특별시도 연구용역(2019년 10월~2020년 5월)[103]과 시험시공을 거쳐 2020년 12월 다음 연도부터는 소관 도로의 차선 설치재료로 기존에 사용하던 4종 도료[104]와 일반 1호 유리알에 비해 부착력이 뛰어난 5종 도료와 굴절률이 더 높은 일반 2호 유리알을 사용하기로 결정하고, 2021년 3월 서울특별시 “노면표시 공사 설명서”를 개정[105]하여 차선 설치 및 하자검사 시 습윤 상태에서 차선의 최소 재귀반사성능 기준 충족 여부를 확인하기로 하였다.

따라서 서울특별시 등 11개 지자체는 2019. 6. 14. 개정된 「도로교통법 시행규칙」의 시행에 따라 차선의 습윤 시 최소 재귀반사성능 기준이 의무화된 이후부터는 민자사업자로 하여금 소관 민자도시도로의 차선 설치 및 유지관리 시 습윤 상태에서 최소 재귀반사성능 기준의 충족 여부를 확인하는 등으로 위 기준을 준

101) 한국도로공사는 차선의 재귀반사성능이 시간에 따라 감소되는 것을 감안하여 시공 초기의 성능 기준을 높여 내구연한(2년)까지 「도로교통법 시행규칙」의 기준을 만족하도록 하였음[백색의 경우 건조 상태 240→420mcd/(㎡·lx), 습윤 상태 100→175mcd/(㎡·lx)]

102) 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 확대의견을 제시함

103) “2019년 도로 노면표지 상태 조사 및 분석 연구용역”(2020년 5월, 서울특별시)

104) 4종(융착식) 도료는 쉽게 떨어지거나 깨지는 특성이 있음(「교통노면표시 설치·관리 매뉴얼」, 경찰청)

105) 서울특별시는 차선의 재귀반사성능이 시간에 따라 감소되는 것을 감안하여 시공 초기의 성능 기준을 「도로교통법 시행규칙」의 기준보다 높였음[백색의 경우 건조 상태 240→250mcd/(㎡·lx), 습윤 상태 100→170mcd/(㎡·lx)]

수할 수 있도록 지도·감독을 철저히 하여야 했다.

3) 감사결과 확인된 문제점

그런데 이번 감사원 감사기간 동안 서울특별시 등 11개 지자체가 지도·감독하는 21개 민자사업자가 소관 민자도시도로에 2019년 6월 「도로교통법 시행규칙」 개정 이후 실시한 차선 설치공사의 설계도서 등을 검토한 결과는 [표 37]과 같다.

경기남부도로주식회사는 한국도로공사처럼 우천형 차선을 도입하고 차선 설치 및 하자검사 시 습윤 상태에서 차선의 재귀반사성능을 측정하여 최소 재귀반사성능 기준의 충족 여부를 확인하고 있었으나, 다른 20개 민자사업자는 여전히 기존에 사용하던 2종 또는 4종 도료와 일반 1호 유리알로 차선을 설치하여 습윤 상태의 최소 재귀반사성능 기준을 충족하지 못하는데도 차선 설치 및 하자검사 시 습윤 상태에서 최소 재귀반사성능 기준의 충족 여부를 확인하는 절차를 마련하지 않았고 서울특별시 등 11개 지자체에서는 이에 대해 지도·감독하지 않고 있었다.

[표 37] 「도로교통법 시행규칙」 개정 이후 실시한 차선 설치공사

연번	지자체	노선명	민자사업자	시공기간	설치재료	
					도료	유리알
1	서울특별시	우면산터널	우면산터널인프라웨이주식회사	2020년 5월	2종	일반 1호
2	부산광역시	거가대교	지케이해상도로주식회사	2020년 5월	2종	일반 1호
3		산성터널	부산산성터널주식회사	2020년 4월	2종	일반 1호
4	인천광역시	만월산터널	만월산터널주식회사	2020년 11월	2종	일반 1호
5		원적산터널	더케이원적산터널주식회사	2019년 9월	4종	일반 1호
6		문학터널	문학개발주식회사	2019년 10월~11월	4종	일반 1호
7	대구광역시	범안로	대구동부순환도로주식회사	2020년 11월~12월	4종	일반 1호
8		앞산터널로	대구남부순환도로주식회사	2020년 10월	4종	일반 1호
9	울산광역시	울산대교	울산하버브릿지주식회사	2020년 5월	2종	일반 1호
10	광주광역시	광주제2순환도로1구간	광주순환도로투자주식회사	2020년 8월	2종	일반 1호
11		광주제2순환도로3구간1공구	광주순환주식회사	2020년 8월	2종	일반 1호

연번	지자체	노선명	민자사업자	시공기간	설치재료	
					도료	유리알
12		광주제2순환도로4구간	광주제2순환도로주식회사	2020년 11월	2종	일반 1호
13	경기도	**서수원~의왕고속화도로**	**경기남부도로주식회사**	**2020년 10월**	**5종**	**일반 2호, 물잠김 2호**
14		일산대교	일산대교주식회사	2020년 11월	2종	일반 1호
15		제3경인고속화도로	제삼경인고속도로주식회사	2020년 6월~7월	2종	일반 1호
16	경상남도	창원~부산간도로	경남하이웨이주식회사	2020년 7월~9월	2종	일반 1호
17		마창대교	주식회사 마창대교	2019년 3월~6월	2종	일반 1호
18	수원시	수원외곽순환(북부)도로	수원순환도로주식회사	2020년 9월	2·4종	일반 1호
19	화성시	비봉~매송고속화도로	화성도시고속도로주식회사	2020년 5월	2종	일반 1호
20	남양주시	수석~호평도시고속도로	남양주도시고속도로주식회사	2020년 10월	4종	일반 1호
21		덕송~내각고속화도로	덕송내각고속화도로주식회사	2019년 11월	2·4종	일반 1호

자료: 민자사업자 제출자료 재구성

이에 따라 야간에 노면이 젖었을 때 차선을 제대로 식별할 수 없어 차선 이탈 등 위험한 상황이 발생하는 등 민자도시도로 이용자의 교통안전을 저해할 가능성이 있다.

관계기관 의견 서울특별시 등 11개 지자체는 감사결과를 받아들이면서 민자사업자로 하여금 소관 민자도시도로에 대해 습윤 시 차선의 재귀반사성능이 관련 기준에 부합하게 유지될 수 있도록 지도·감독하겠다고 답변하였다.

조치할 사항 **서울특별시 등 [표 37]에 기재된 11개 지방자치단체의 장**은 민자도시도로에 대해 차선 설치 및 하자검사 시 습윤 상태에서 최소 재귀반사성능의 기준 충족 여부를 확인한 후 기준 미달 구간에 대해 우선순위를 고려하여 재도색하도록 하는 등 「도로교통법 시행규칙」의 최소 재귀반사성능 기준을 준수

하는 방안을 마련하시기 바랍니다.(**통보**)

마 건축물 내진성능 확보 부적정

1) 업무 개요

지자체는 민자도시도로의 유료도로관리청으로서 「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.

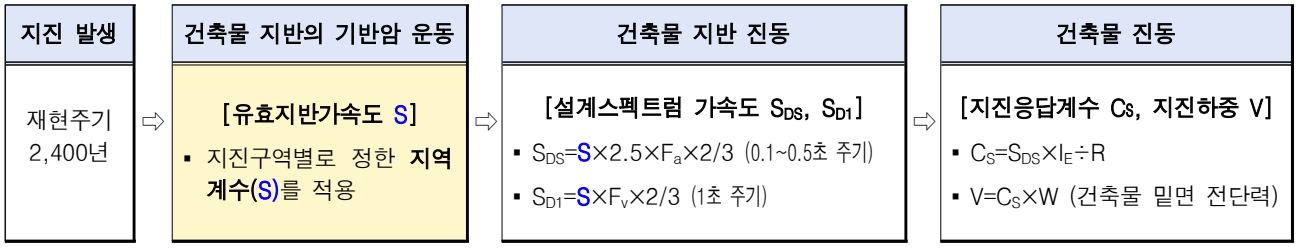
2) 관계법령 및 판단기준

가) 지진하중에 적용하는 지역계수 증가 등 내진성능평가 방법 변경

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

지진하중을 구하기 위해서는 [그림 21]과 같이 지역별로 예상되는 지진에 대한 위험도(지진의 크기, 발생빈도 등)에 따라 지진구역을 나누고, 지진(재현주기 2,400년)에 의해 건축물이 설치된 위치의 기반암(基盤巖)이 운동하는 수준(유효지반가속도)으로 지진구역별로 정한 지역계수에 따라 지반과 건축물이 진동하는 정도를 산정하여야 한다.

[그림 21] 지진하중 산정 절차(등가정적 해석법의 경우)



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 따라 건축물의 지진하중을 산정할 때 적용하는 지역계수를 [표 38]과 같이 지진 Ⅰ구역(강원도 북부, 전라남도 남서부, 제주도를 제외한 전국)의 경우 0.11로 적용하도록 하다가 2009. 12. 29. 지진 안전성을 높이기 위해 「건축구조기준」(구 국토해양부 고시 제2009-1245호)을 개정(0306.3.1 지진구역 및 지역계수)하여 0.22[106]로 증가시켰다.

[표 38] 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」

한편 국토부(구 국토해양부)는 [그림 22]와 같이 2011년 7월 「지진·화산재해대책법」 제15조에 따라 기존 건축물에 대한 내진성능평가를 실시하도록 하는 「기존 시설물(건축물) 내진성능평가[107] 요령」을 개정하여 지진 Ⅰ구역의 지역계수를 0.11에서 0.22로 증가시키는 등 2009. 12. 29. 개정된 「건축구조기준」에 맞춰

106) 지역계수는 유효지반가속도로서 중력가속도(g)의 0.22배로 건축물 지반의 기반암이 운동하는 것을 뜻함
107) 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 수행함

기존 내진설계된 건축물의 지진에 대한 안전 여부를 확인하는 방법을 변경하였다.[108]

[그림 22] 내진성능평가 절차 및 내진보강 사례

자료: 국토부 제출자료 재구성

나) 내진성능평가 대상 건축물 확대

「건축법」 제48조에 따라 구조 안전을 확인해야 하는 건축물 대상이 2015. 9. 22.「건축법 시행령」 제32조에 3층 이상 또는 연면적 500㎡ 이상 등의 건축물로 개정되는 등 [표 39]와 같이 확대되었다.

[표 39] 건축물 내진 기준 변경 명세

개정일	시행일	법령 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 행안부장관(중앙대책본부장)은 관계법령이 제정되기 전에 설치된 공공시설물이나 관계법령의 제정 이후 내

108) 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

진설계 기준이 강화된 공공시설물(이하 “기존 시설물”이라 한다)의 내진성능 향상을 위하여 5년마다 기존 시설물의 내진보강대책에 관한 기본방향, 내진성능평가, 내진보강 중·장기계획 등 내진보강기본계획을 수립하도록 되어 있다.

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

다) 민자도시도로 내 건축물의 내진성능평가 실시 필요

따라서 민자도시도로의 주무관청인 지자체는 기존 내진설계가 적용된 건축물이 지진에 안전한지 여부를 확인하는 방법이 변경되고 지진에 안전한지 여부를 확인하여야 하는 대상 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 시행하도록 지도·감독하는 것이 바람직하다.

3) 감사결과 확인된 문제점

가) 내진성능평가 방법이 변경된 건축물 관련

개정된 지 9년이 지난 「기존 시설물(건축물) 내진성능평가 요령」(2011년 7월 개정)에 따라 [별표 12] “민자도시도로 건축물 현황”의 31개 민자도시도로 65개

건축물에 대하여 기존 시설물(건축물)의 내진성능평가 계획을 수립했는지 확인한 결과, GK해상도로주식회사가 관리하는 가덕휴게소(연면적 5,128㎡)의 경우 2010년 준공되어 2011년 강화된 기준에 따라 내진성능평가를 하여야 하는데도 2021년 3월 현재까지 이를 계획하지 않고 있는 등 [별표 13] “법령 개정에 따른 내진성능평가 계획 미수립 현황”과 같이 4개 지자체[109] 소관 14개 건축물은 「기존 시설물(건축물) 내진성능평가 요령」이 개정된 지 9년이 지났는데도 내진성능평가 계획 등을 수립하지 않고 있었다.

나) 내진성능평가 대상에 포함된 건축물 관련

2005. 7. 18. 및 2015. 9. 22. 개정된 「건축법 시행령」을 기준으로 [별표 12] “민자도시도로 건축물 현황”의 31개 민자도시도로 65개 건축물에 대하여 내진설계가 미적용된 건축물의 내진성능평가 계획 수립 여부를 확인한 결과, 경기남부도로주식회사가 관리하는 의왕영업소(연면적 950㎡)의 경우 2013년 준공되어 2015년 강화된 기준에 따라 내진성능평가를 하여야 하는데도 2021년 3월 현재까지 이를 계획하지 않고 있는 등 [별표 13] “법령 개정에 따른 내진성능평가 계획 미수립 현황”과 같이 6개 지자체[110] 소관 15개 건축물은 강화된 기준에 따라 지진 안전성을 검토해야 하는 대상에 포함되었으나 이를 검토하기 위한 내진성능평가 계획 등을 수립하지 않고 있었다.

이에 따라 “3)-가)항” 및 “3)-나)항”과 같이 경기도 등 8개 지자체[111]의 29개 건축물은 지진(규모 6.0~6.5) 발생 시 안전성이 부족할 가능성이 있다.

---

109) 경기도, 부산광역시, 경상남도, 대구광역시
110) 경기도, 인천광역시, 울산광역시, 대구광역시, 광주광역시, 강원도
111) 경기도, 인천광역시, 부산광역시, 울산광역시, 경상남도, 대구광역시, 광주광역시, 강원도

관계기관 의견 부산광역시, 인천광역시, 대구광역시, 울산광역시, 광주광역시, 경기도, 강원도는 감사결과를 받아들이면서 강화된 기준에 따라 기존 시설물의 내진성능평가 등을 실시하여 안전성이 확보되도록 민자사업자와 협의하거나 지도·감독을 하겠다는 의견을 제시하였으며, 경상남도는 내진설계가 미적용된 건축물을 우선하여 내진보강기본계획을 수립하고 있으며, 강화된 기준을 적용한 내진성능평가 등의 사항은 종합적인 제반 여건을 검토하여 추진될 수 있도록 노력하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 **경기도 등 [별표 13]에 기재된 8개 지방자치단체의 장**은 [별표 13] “법령 개정에 따른 내진성능평가 계획 미수립 현황”의 내진성능평가 대상에 포함되거나 내진성능평가 방법이 변경된 건축물에 대하여 우선순위를 고려하여 내진성능을 평가하는 방안을 마련하시기 바랍니다.**(통보)**

별표 목차

[별표 1] 낙뢰 위험도 평가결과 ····· 86

[별표 2] 2017년 1월 당시 사용 중인 교량의 피뢰설비 설치 현황 ····· 89

[별표 3] 지진가속도계측기 설치·연계 특수교량 현황(2021. 3. 9. 현재) ····· 91

[별표 4] 터널등급별 방재시설 설치기준 ····· 93

[별표 5] 민자고속도로 및 민자도시도로의 연장 500~1,000m인 터널 현황 ····· 94

[별표 6] 터널 교통사고 발생 현황(최근 5년간) ····· 95

[별표 7] 화물자동차 적재량 측정차로 운영 현황 ····· 96

[별표 8] 보수 부위 결함 재발생 현황 ····· 97

[별표 9] 20년이 경과한 교량 중 바닥판 상태조사 현황 ····· 98

[별표 10] 교량 바닥판 상태조사(GPR) 결과 ····· 99

[별표 11] 민자도시도로 터널 제연설비 및 운영매뉴얼 현황 ····· 100

[별표 12] 민자도시도로 건축물 현황 ····· 101

[별표 13] 법령 개정에 따른 내진성능평가 계획 미수립 현황 ····· 104

[별표 1]

낙뢰 위험도 평가결과

〈낙뢰 위험도 기준(허용위험도) 초과 교량〉

(낙뢰 위험도 기준 단위: 1×10^{-3})

순위	관리주체	교량명	낙뢰 위험도	피뢰대책(추가 설치가 필요한 피뢰설비)
1	한국도로공사	서해대교	4.938	① 케이블 보호 도체, ② 전기·전자시스템보호(SPD), ③ 주탑 측면 보호, ④ 기타
2	국토부(익산청)	거금대교	4.73	〃
3	〃	거북선대교	2.808	〃
4	[민자]부산광역시	거가대교(3주탑)	2.476	〃
5	〃	거가대교(2주탑)	2.461	〃
6	전라남도	이순신대교	12.721	② 전기·전자시스템보호(SPD), ④ 기타
7	[민자]부산광역시	부산항대교	6.642	〃
8	국토부(익산청)	화태대교	5.620	〃
9	[민자]울산광역시	울산대교	4.446	〃
10	[민자]경상남도	마창대교	2.503	② 전기·전자시스템보호(SPD), ③ 주탑 측면 보호, ④ 기타
11	전라남도	묘도대교	2.455	〃
12	국토부(서울청)	동이대교	2.131	② 전기·전자시스템보호(SPD), ④ 기타
13	충청북도	청풍대교	2.104	〃
14	세종특별자치시	한두리교	1.908	〃
15	〃	아람찬교	1.869	〃
16	대전광역시	문평대교	1.857	〃
17	[민자]신공항하이웨이	영종대교	1.796	〃

(낙뢰 위험도 기준 단위: 1×10^{-3})

순위	관리주체	교량명	낙뢰 위험도	피뢰대책(추가 설치가 필요한 피뢰설비)
18	국토부(익산청)	고군산대교	1.747	② 전기·전자시스템보호(SPD), ④ 기타
19	경상남도	사량대교	1.662	〃
20	국토부(익산청)	영광대교	1.635	〃
21	인천광역시	백석대교	1.548	〃
22	〃	공촌4교	1.509	〃
23	부산광역시	광안대교	1.504	〃
24	대구광역시	와룡대교	1.491	〃
25	국토부(익산청)	팔영대교	1.441	〃
26	〃	삼도대교 (노벨교)	1.409	② 전기·전자시스템보호(SPD), ③ 주탑 측면 보호, ④ 기타
27	인천광역시	송도4교	1.361	② 전기·전자시스템보호(SPD), ④ 기타
28	국토부(익산청)	소록대교	1.176	〃
29	경상남도	삼천포대교	1.096	〃
30	전라남도	제2나주대교 (빛가람)	1.034	〃
31	서울특별시	올림픽대교	1.077	〃
32	경상남도	김시민대교	1.105	〃
33	세종특별자치시	미호대교	1.061	〃
34	경기도	영흥대교	1.027	〃
35	〃	교동대교	1.039	〃
36	전라남도	거문대교	1.011	〃

〈낙뢰 위험도 기준(허용위험도) 이하 교량〉

(낙뢰 위험도 기준 단위: 1×10^{-3})

순위	관리주체	교량명	낙뢰 위험도	피뢰대책(추가 설치가 필요한 피뢰설비)
37	국토부(부산청)	서안동대교	0.962	④ 기타
38	부산광역시	대동화명대교	0.644	〃
39	인천광역시	송도3교	0.463	〃
40	[민자]인천대교(주)	인천대교	0.804	〃
41	광주광역시	운남대교	0.161	〃
42	〃	어등대교	0.383	〃
43	서울특별시	행주대교	0.304	〃
44	국토부(원주청)	동강대교	0.256	〃
45	전라남도	남창대교	0.213	〃
46	경기도	가온교	0.099	〃
47	대전광역시	한빛대교	0.520	〃
48	국토부(익산청)	완도대교	0.366	〃
49	경기도	영덕1교	0.242	〃
50	〃	하갈2교	0.084	〃
51	인천광역시	송도고가교	0.377	〃
52	국토부(익산청)	전주천교	0.474	〃
53	〃	제2진도대교	0.373	〃
54	[민자]인천대교(주)	인천대교 강사장교	0.366	〃
55	인천광역시	호수1교	0.125	〃
56	국토부(부산청)	남해대교	0.639	〃
57	국토부(익산청)	진도대교	0.373	〃
58	〃	돌산대교	0.509	〃

주: 1. '② 전기·전자시스템보호(SPD)'는 서지보호장치(Surge Protective Device)임
2. '④ 기타'는 낙뢰 모니터링시스템, 정착구 등전위 접지, 돌침형 피뢰침 등 보조적인 피뢰설비임

자료: 국토부 제출자료 재구성

[별표 2]

2017년 1월 당시 사용 중인 교량의 피뢰설비 설치 현황

〈낙뢰 위험도 기준(허용위험도) 초과 교량〉

(낙뢰 위험도 기준 단위: 1×10^{-3})

순위	관리주체	교량명	낙뢰 위험도	피뢰대책(추가 설치가 필요한 피뢰설비)	감사원 확인
1	한국도로공사	서해대교	4.938	① 케이블 보호 도체, ② 전기·전자시스템보호(SPD), ③ 주탑 측면보호, ④ 기타	×
2	국토부(익산청)	거금대교	4.73	〃	○
3	〃	거북선대교	2.808	〃	○
4	[민자]부산광역시	거가대교(3주탑)	2.476	〃	○
5	〃	거가대교(2주탑)	2.461	〃	○
6	전라남도	이순신대교	12.721	② 전기·전자시스템보호(SPD), ④ 기타	×
7	[민자]부산광역시	부산항대교	6.642	〃	○
8	국토부(익산청)	화태대교	5.620	〃	○
9	[민자]울산광역시	울산대교	4.446	〃	○
10	[민자]경상남도	마창대교	2.503	② 전기·전자시스템보호(SPD), ③ 주탑 측면보호, ④ 기타	○
11	전라남도	묘도대교	2.455	〃	×
12	국토부(서울청)	동이대교	2.131	② 전기·전자시스템보호(SPD), ④ 기타	○
13	충청북도	청풍대교	2.104	〃	×
14	세종특별자치시	한두리교	1.908	〃	×
15	〃	아람찬교	1.869	〃	×
16	대전광역시	문평대교	1.857	〃	×
17	[민자]신공항하이웨이	영종대교	1.796	〃	○

(낙뢰 위험도 기준 단위: 1×10^{-3})

순위	관리주체	교량명	낙뢰 위험도	피뢰대책(추가 설치가 필요한 피뢰설비)	감사원 확인
18	국토부(익산청)	고군산대교	1.747	② 전기·전자시스템보호(SPD), ④ 기타	○
19	경상남도	사량대교	1.662	〃	×
20	국토부(익산청)	영광대교	1.635	〃	○
21	인천광역시	백석대교	1.548	〃	×
22	〃	공촌4교	1.509	〃	×
23	부산광역시	광안대교	1.504	〃	×
24	대구광역시	와룡대교	1.491	〃	×
25	국토부(익산청)	팔영대교	1.441	〃	○
26	〃	삼도대교 (노벨교)	1.409	② 전기·전자시스템보호(SPD), ③ 주탑 측면보호, ④ 기타	○
27	인천광역시	송도4교	1.361	② 전기·전자시스템보호(SPD), ④ 기타	×
28	국토부(익산청)	소록대교	1.176	〃	○
29	경상남도	삼천포대교	1.096	〃	○
30	전라남도	제2나주대교 (빛가람)	1.034	〃	×
31	서울특별시	올림픽대교	1.077	〃	×
32	경상남도	김시민대교	1.105	〃	×
33	세종특별자치시	미호대교	1.061	〃	×
34	경기도	영흥대교	1.027	〃	×
35	〃	교동대교	1.039	〃	×
36	전라남도	거문대교	1.011	〃	×

주: 1. '② 전기·전자시스템보호(SPD)'는 서지보호장치(Surge Protective Device)임
2. '④ 기타'는 낙뢰 모니터링시스템, 정착구 등전위 접지, 돌침형 피뢰침 등 보조적인 피뢰설비임
자료: 국토부 제출자료 재구성

[별표 3]

지진가속도계측기 설치·연계 특수교량 현황(2021. 3. 9. 현재)

(단위: %)

연번	관리 주체	교량명	구조	연계일	오류율	비고
1	신공항하이웨이(주)	영종대교	현수교	2014. 11. 11.	11.8	
2	지케이해상도로(주)	거가1교	사장교	2018. 1. 9.	11.8	
3	지케이해상도로(주)	거가2교	사장교	2018. 1. 9.	0	
4	(주)마창대교	마창대교	사장교	2016. 3. 23.	0	
5	인천대교(주)	인천대교	사장교	2020. 2. 13.	0	
6	국토안전관리원	고군산대교	현수교	2017. 9. 22.	2.9	
7	부산광역시	광안대교	현수교	2021. 2. 1.	-	2021. 2. 1. 연계 완료
8	경상남도 남해군	남해대교	현수교	2015. 7. 17.	5.9	
9	국토안전관리원	노량대교	현수교	2019. 3. 8.	13.2	
10	국토안전관리원	소록대교	현수교	2015. 7. 17.	4.4	
11	전라남도	이순신대교	현수교	-	-	연계 촉구(2021.3.8., 2020.7.23.)
12	국토안전관리원	천사대교2	현수교	2019. 12. 30.	0	
13	국토안전관리원	팔영대교	현수교	2017. 9. 22.	2.9	
14	국토안전관리원	거금대교	사장교	2015. 7. 17.	7.4	
15	한국토지주택공사	금강4교	사장교	-	-	연계 신청 예정(2021년 6월)
16	무안군	남창대교	사장교	2019. 7. 25.	32.4	
17	충청북도	대청대교	사장교	2018. 6. 1.	13.2	
18	국토안전관리원	돌산대교	사장교	2015. 7. 17.	7.4	
19	국토안전관리원	동이대교	사장교	2017. 10. 26.	0	
20	국토안전관리원	둔병대교	사장교	2021. 1. 26.	-	2021. 1. 26. 연계 완료
21	국토안전관리원	목포대교	사장교	2015. 7. 17.	2.9	
22	대전광역시	문평대교	사장교	2020. 10. 15.	0	
23	세종특별자치시	미호대교	사장교	2016. 6. 3.	5.9	
24	인천광역시	백석대교	사장교	2014. 12. 2.	8.8	
25	부산광역시	부산항대교	사장교	2021. 1. 26.	-	2021. 1. 26. 연계 완료

연번	관리 주체	교량명	구조	연계일	오류율	비고
26	국토안전관리원	삼도대교	사장교	2019. 4. 29.	4.4	
27	국토안전관리원	삼천포대교	사장교	2015. 7. 17.	2.9	
28	한국도로공사	서해대교	사장교	2012. 12. 5.	8.8	
29	국토안전관리원	세풍대교	사장교	2020. 1. 23.	16.7	
30	인천광역시	송도고가교	사장교	2014. 12. 2.	7.4	
31	서울특별시	신행주대교	사장교	2013. 2. 20.	0	
32	인천광역시	아트센터교	사장교	2014. 3. 7.	0	
33	광주광역시	어등대교	사장교	2018. 1. 9.	2.9	
34	국토안전관리원	영광대교	사장교	2017. 9. 6.	0	
35	인천광역시	영흥대교	사장교	2018. 4. 24.	2.9	
36	서울특별시	올림픽대교	사장교	2013. 2. 20.	7.4	
37	대구광역시	와룡대교(대구제일교)	사장교	2016. 6. 8.	39.7	
38	국토안전관리원	완도대교	사장교	2015. 7. 17.	1.5	
39	광주광역시	운남대교	사장교	2018. 1. 9.	2.9	
40	국토안전관리원	원산안면대교	사장교	-	-	연계 신청 예정 (2021년 6월)
41	국토안전관리원	임자1대교	사장교	-	-	2021년 연계 예정 (공사 중)
42	국토안전관리원	임자2대교	사장교	-	-	2021년 연계 예정 (공사 중)
43	국토안전관리원	장보고대교	사장교	2020. 10. 23.	23.1	
44	국토안전관리원	제2돌산대교(거북선)	사장교	2015. 7. 17.	35.3	
45	국토안전관리원	제2진도대교	사장교	2015. 7. 17.	1.5	
46	국토안전관리원	조화대교	사장교	2021. 1. 26.	-	2021. 1. 26. 연계 완료
47	국토안전관리원	진도대교	사장교	2015. 7. 17.	2.9	
48	국토안전관리원	천사대교1	사장교	2019. 12. 30.	5.9	
49	충청북도	청풍대교	사장교	2015. 12. 10.	42.6	
50	국토안전관리원	칠산대교	사장교	2021. 2. 17.	-	2021. 2. 17. 연계 완료
51	세종특별자치시	한두리대교	사장교	2018. 12. 13.	14.7	
52	대전광역시	한빛대교	사장교	2015. 12. 24.	10.3	
53	부산광역시	화명대교	사장교	2017. 7. 21.	1.5	
54	국토안전관리원	화태대교	사장교	2017. 9. 22.	4.4	

주: 1. 주탑 간 거리가 200m 이상인 사장교와 현수교를 대상으로 함
2. 오류율은 계측자료 통보 건수 대비 오류 건수임

자료: 행안부 제출자료 재구성

[별표 4]

터널등급별 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
	유고감지설비		△	△	△		
	재방송설비		○	○	○	△	△: 200m 이상 터널
	정보표시판		○	○			
	진입차단설비		○	○			
피난대피설비	비상조명등		●	●	●	△	△: 200m 이상 터널
	유도등		○	○	○		
	피난대피시설	피난연결통로	●	●	●		
		피난대피터널(1)	●	△			1등급:피난대피터널을 우선 적용 2등급: 격벽분리형 피난대피통로를 우선 적용
		격벽분리형 피난대피통로(1)	△	●	●		
		비상주차대	○	○			
소화활동설비	제연설비		○	○	◉		연장 3등급 이고 피난대피시설이 미흡한 터널에 제연설비 보강
	무선통신보조설비		●	●	●	△(2)	
	연결송수관설비		●○	●○			연장등급, 방재등급 병행
	(비상)콘센트설비		●	●	●		
비상전원설비	무정전전원설비		●	●	●	△(3)	
	비상발전설비		●○	●○	△		연장등급, 방재등급 병행

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

자료:「도로터널 방재시설 설치 및 관리지침」<표 2.3>

[별표 5]

민자고속도로 및 민자도시도로의 연장 500~1,000m인 터널 현황

주무관청	터널명	준공일자	연장	피난대피시설	비고
광주광역시	지산터널	2000. 11. 30.	730m	×	
	산수터널	〃	636m	×	
경기도	과천터널[1)]	1992. 11. 20.	660m	×	설치 추진 중
	신과천터널	2008. 11. 30.	618m	×	〃
경상남도	대청터널	2013. 10. 12.	509m	○	
	율하터널	〃	824m	○	
	녹산터널	2015. 12. 11.	888m	○	
울산광역시	염포산2터널	2015. 5. 30.	695m	○	
	대송지하차도	〃	539m	○	
부산광역시	감천지하차도	2019. 3. 27.	964m	○	
대구광역시	범물터널	2013. 6. 15.	932m	○	
국토교통부	개화터널	2000. 11. 29.	635m	×	설치 추진 중
	정우터널	2002. 12. 23.	530m	×	〃

주: 1. 쌍굴터널의 경우 상행선 기준
2. 지하차도의 연장은 터널 본선 구간으로 함
자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

[별표 6]

터널 교통사고 발생 현황(최근 5년간)

터널명	교통사고 내용	비고
계		29건
지산터널	■(상행) 화물차 눈길 단독사고(2016. 1. 19.) ■(하행) 승용차 간 과속 추돌사고(2017. 9. 8.) ■(하행) 화물·승용차 간 전방주시 태만 추돌사고(2017. 11. 8.) ■(하행) 승용차 간 과속 4중 추돌사고(2018. 1. 5.) ■(상행) 승용차 간 핸들 과대조작 추돌사고(2018. 6. 10.) ■(하행) 승용차 핸들 과대조작 단독사고(2018. 7. 29.) ■(하행) 승용차 간 전방주시 태만 4중 추돌사고(2019. 8. 2.) ■(하행) 승용차 전방주시 태만 단독사고(2019. 9. 2.) ■(하행) 승용차 운전 부주의 단독사고(2019. 11. 8.) ■(하행) 승용차 간 급차선변경 3중 추돌사고(2019. 11. 23.) ■(하행) 화물차 핸들 과대조작 단독사고(2020. 2. 3.) ■(상행) 승용차 간 급차선변경 추돌사고(2020. 5. 16.) ■(상행) 화물·승용차 간 전방주시 태만 추돌사고(2020. 7. 16.) ■(하행) 승용차 간 전방주시 태만 3중 추돌사고(2020. 10. 24.)	14건 (상행 4건, 하행 10건)
산수터널	■(상행) 승용차 눈길 단독사고(2017. 1. 14.) ■(상행) 화물차 운전 부주의 단독사고(2017. 7. 27.) ■(하행) 승용차 과속 단독사고(2018. 11. 18.) ■(하행) 승용차 간 과속 3중 추돌사고(2019. 12. 3.) ■(상행) 승용차 핸들 과대조작 단독사고(2020. 2. 19.) ■(하행) 승용차 핸들 과대조작 단독사고(2020. 4. 23.)	6건 (상행 3건, 하행 3건)
소태터널	■(상행) 승용차 간 3중 추돌사고(2016. 8. 31.) ■(상행) 승용차 핸들 과대조작 단독사고(2016. 9. 22.) ■(하행) 승용차 운전 부주의 단독사고(2016. 12. 13.) ■(상행) 화물차 전방주시 태만 단독사고(2017. 8. 8.) ■(하행) 화물차 졸음운전 단독사고(2020. 2. 13.) ■(하행) 승용차 비접촉 단독사고(2020. 3. 11.) ■(상행) 승용차 운전 부주의 단독사고(2020. 9. 1.)	7건 (상행 4건, 하행 3건)
지원터널	■(상행) 화물차 노면 미끄럼 단독사고(2016. 12. 8.) ■(상행) 화물차 차량 결함 단독사고(2020. 1. 31.)	2건 (상행 2건)

자료: 광주광역시 제출자료 재구성

[별표 7]

화물자동차 적재량 측정차로 운영 현황

(단위: 개소, 건, %)

주무 관청	도로명	영업소명	설치 개소	운영 개소	2020년 화물자동차 통과 현황					
					계	적재량 측정차로 통과 건수(A)	일반 하이패스 차로 통과 건수(B)	적발 건수 (C)	측정차로 미통과율 [B/(A+B)]	중량초과 적발률 (C/A)
서울	우면산터널	우면산	1	0	-	-	-	-	-	-
경기	서수원의왕	의왕	5	5	235,507	200,675	34,832	154	14.8	0.08
	일산대교	일산대교	2	2	357,336	289,005	68,331	48	19.1	0.02
	제3경인	물왕	4	4	412,298	410,426	1,872	82	0.5	0.02
		연성	1	1	51,577	31,639	19,938	38	38.7	0.12
		고잔	6	6	1,774,461	1,759,377	15,084	218	0.9	0.01
수원	수원북부순환로	장안	2	2	75,727	64,193	11,534	13	15.2	0.02
		조원	2	2	3,373	2,591	782	8	23.2	0.31
화성	비봉~매송고속화도로	화성비봉	2	2	815,206	694,515	120,691	378	14.8	0.05
남양주	덕송~내각고속화도로	동별내	1	1	13,743	3,907	9,836	9	71.6	0.23
	수석~호평도시고속도로	이패	2	2	113,364	525	112,839	1	99.5	0.19
부산	을숙도대교	명지	2	2	539,923	182,654	357,269	31	66.2	0.02
	거가대교(가덕)	가덕	1	1	67,431	65,731	1,700	13	2.5	0.02
	거가대교(거제)	거제	1	1	47,870	46,171	1,699	10	3.5	0.02
	산성터널	산성터널	2	2	156,681	124,740	31,941	24	20.4	0.02
	수정산터널	수정산터널	4	0	-	-	-	-	-	-
울산	울산대교	염포산	4	4	137,166	126,768	10,398	131	7.6	0.10
		예전	2	2	60,892	57,629	3,263	68	5.4	0.12
경남	마창대교	마창대교	2	2	421,118	370,542	50,576	27	12.0	0.01
	창원~부산간도로	창원	2	2	499,461	180,959	318,502	180	63.8	0.10
		녹산	2	2	239,604	93,336	146,268	162	61.0	0.17
창원	팔룡터널	팔룡	2	2	110,447	55,129	55,318	43	50.1	0.08
대구	앞산터널로	앞산	2	0	-	-	-	-	-	-
광주	광주제2순환 1구간	소태	2	1	515,734	40,396	475,338	-	92.2	-
	광주제2순환 3-1구간	송암	2	2	166,141	18,761	147,380	-	88.7	-
	광주제2순환 4구간	유덕	2	0	-	-	-	-	-	-
강원	미시령동서관통도로	미시령	2	2	78,955	15,053	63,902	5	80.9	0.03
계	22	27	62	52	6,894,015	4,834,722	2,059,293	1,643	29.9	0.03

주: 음영된 '행'은 측정차로 미통과율이 50%를 초과한 경우임

자료: 민자도시도로관리청인 12개 지자체 제출자료 재구성(인천·대전광역시는 적재량 측정차로 미설치)

[별표 8]

보수 부위 결함 재발생 현황

시설명	종류	보수 부위 재손상	비고
대화대교	난간 및 방호벽	S1~S19 보수부 망상균열 상하행 각 19개소, 2,059㎡ 보수부 박리 94.5㎡ 보수부 재탈락 0.34㎡	
	바닥판	S19 캔틸레버부 하면 철근부식	
	교대	보수부 재탈락 1.0㎡	
	교각	P3 보수부 재탈락 4㎡(3개소) P12 보수부 재박리 2.72㎡(4개소) P15 보수부 재박리 1.5㎡(2개소) P17 보수부 재박리 0.5㎡(1개소) P18 보수부 들뜸 0.25㎡(1개소)	
	교량받침	P17 받침보수부 재탈락 0.01㎡(1개소)	
대화대교 Ramp-B	바닥판 하면	S20 보수부 재손상 0.16㎡(1개소)	
		S24 보수부 박리 0.36㎡(1개소)	
대화대교 Ramp-C	교각	P3 보수부 재박락 6.16㎡(3개소) P12 보수부 재박락 5.4㎡(5개소)	
대화대교 Ramp-D	교량받침	받침모르타르 보수부 균열 0.1m(1개소)	
	바닥판 하면	S8 보수부 박리 0.2mx0.5m	

자료: 대전광역시 제출자료

[별표 9]

20년이 경과한 교량 중 바닥판 상태조사 현황

(단위: m)

연번	교량명	연장	준공연도	민자사업자 시행 사항		감사원 GPR 조사
				상태조사 실시 여부 및 결과	보수대책 수립 여부 (재포장 완료 여부)	
1	서수원IC교	170.00	1998	×	콘크리트 계열 재포장 (2020년)	–
2	백운대교	300.00	1992	×	×	○
3	오전교 상행	75.00	1992	실시(1개소 코어) / 보수 불필요	×	○
4	오전교 하행	75.00	1992	실시 / 보수 필요	×	○
5	한직교(상행)	250.00	1992	×	×	○
	한직교(하행)	250.00	1992	×	(59.5m만 재포장)	–
6	당수천교	130.00	1998	×	콘크리트 계열 재포장 (2020년)	–
7	청계1교	151.01	1992	실시 / 보수 필요	콘크리트 계열 재포장 (2018~2019년)	–
8	과천IC교	40.50	1992	×	× (3차로 12m만 재포장)	–
9	왕곡1교	190.00	1992	×	콘크리트 계열 재포장 (2019년)	–
10	왕곡2교	190.00	1992	×	×	–
11	서수원IC Ramp-B	467.00	1998	×	×	–
12	서수원IC Ramp-C	170.00	1998	×	×	–
13	서수원IC Ramp-D	60.00	1998	×	×	–
14	서수원IC Ramp-E	385.00	1998	×	×	–
15	서수원IC Ramp-F	60.00	1998	×	×	–
16	서수원IC Ramp-G	170.00	1998	×	×	–
17	방죽2교	20.30	1998	×	×	–
18	방죽1교	24.40	1998	×	×	–
19	신부곡IC Ramp-A교	175.00	1998	×	×	–
20	학의J/C RAMP-3교	330.00	1995	×	×	–
21	문원교	15.00	1992	×	×	–

주: 1. 민자사업자는 상태조사를 교량별 일부 구간에서 코어 채취방법으로 시행(2017년 9월)함. 2017년 9월 조사 시 20년을 경과하지 않은 내손교, 왕림교, 왕림1교, 의왕IC교, 삼리교, 월암IC교도 조사하였고, 이 중 보수가 필요한 내손교는 재포장하였음

2. 서수원IC교는 2020년 재포장을 하였으나, 재포장 미실시 교량과 대조하기 위해 GPR 조사를 하였음

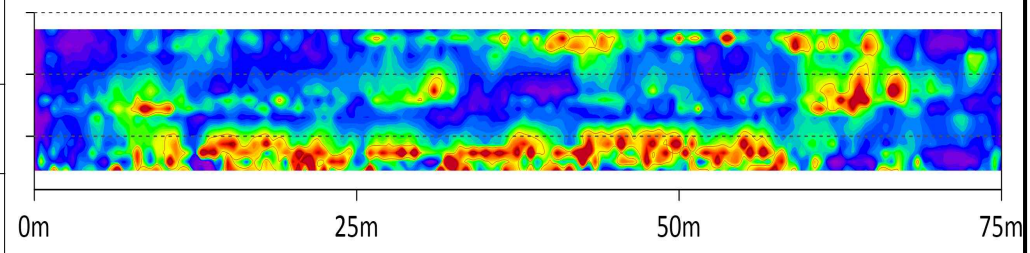
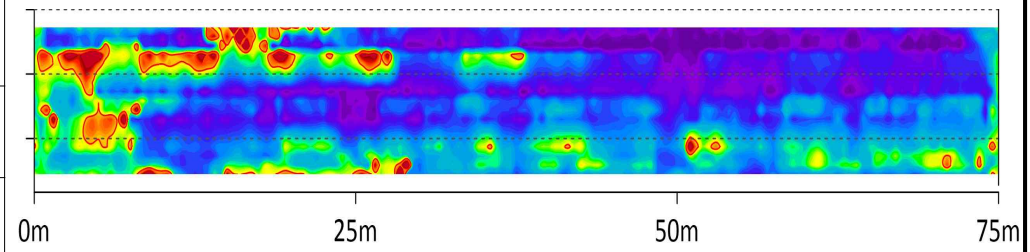
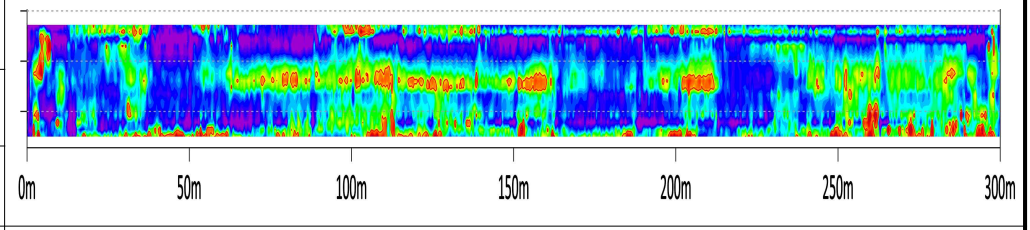
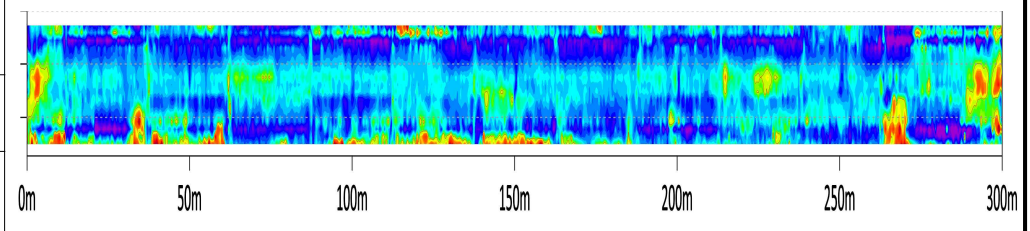
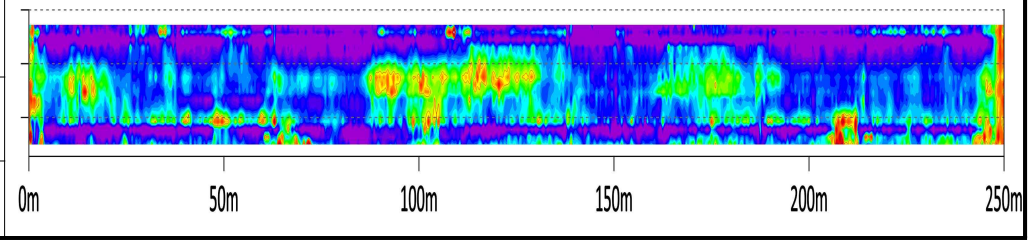
3. 서수원IC교, 당수천교, 서수원IC 램프 B, C, E, G, 학의J/C RAMP-3교는 정밀안전진단 시 염화물조사를 하였음

4. 재포장 보수한 면적이 전체 교량 면적의 50% 미만이면 재포장 완료 실적에 포함하지 아니함

자료: 경기도 제출자료 재구성

[별표 10]

교량 바닥판 상태조사(GPR) 결과

교량명			상태조사(GPR)
오전교 하행		1차로	
		2차로	
		갓길차로	
오전교 상행		1차로	
		2차로	
		갓길차로	
백운대교	상행	1차로	
		2차로	
		갓길차로	
	하행	1차로	
		2차로	
		갓길차로	
한직교 (상행)		1차로	
		2차로	
		갓길차로	

주: 1. 보라색 및 파란색 계열은 상태 양호, 주황색 및 빨간색 계열은 상태 불량을 나타냄
2. 오전교는 상행과 하행이 분리되어 각각 설치된 반면, 백운대교는 상행과 하행이 1개의 교량에 설치

자료: 한국도로공사(도로교통연구원) 제출자료 재구성

[별표 11]

민자도시도로 터널 제연설비 및 운영매뉴얼 현황

(단위: m, 개소, 개)

연번	관할청	노선	터널							제연설비 운영매뉴얼		
			터널명	터널 연장	준공 연도	통행 방식	상대터널과의 연결개소	제트팬 개수	제트팬 위치	구비 여부	화재위치에 따른 조치 여부	화재차량 종류에 따른 조치 여부
1	서울	우면산터널	우면산터널	1,967	2003	일방	2	14	입구부(2x4) 중앙부(2x2) 출구부(2x1)	○	×	×
2		용마터널	용마터널	2,565	2014	일방	13	12	입구부(2×2) 출구부(2×2)	○	○	×
3		강남순환로	봉천터널	3,230	2016	일방	13	12	입구부(2×3) 출구부(2×3)	○	×	×
4		강남순환로	관악터널	4,990	2016	일방	20	13	입구부(2×3+1) 출구부(2×3)	○	×	×
5		강남순환로	서초터널	2,620	2016	일방	10	8	입구부(2×2) 출구부(2×2)	○	×	×
6	부산	백양터널	백양터널	2,440	1998	일방	3	6	입구부(3×1) 출구부(3×1)	○	×	×
7		수정산터널	수정산터널	2,356	2001	일방	3	14	입구부(2×7)	○	○	×
8		산성터널	산성터널	4,874	2018	일방	19	19	입구부(2×3) 중앙부(2×2+1) 출구부(2×4)	○	○	×
9		천마터널	천마터널	1,509	2019	일방	10	15	입구부(2×1) 중앙부(2×2+1) 출구부(2×4)	○	×	×
10		거가대교	가덕해저터널	3,700	2010	일방	82	92	4개 1식으로 23개소에 분산배치	○	×	×
11	대구	앞산터널로	앞산터널	4,392	2013	일방	17	20	입구부(2×3) 중앙부(2×3) 출구부(2×4)	○	○	×
12		앞산터널로	범물터널	932	2013	일방	3	6	입구부(2×1) 중앙부(2×1) 출구부(2×1)	○	○	×
13	인천	원적산터널	원적산터널	1,040	2004	일방	1	5	입구부(1×5)	○	×	×
14		만월산터널	만월산터널	1,538	2005	일방	1	4	입구부(2×2)	○	○	×
15	광주	광주제2순환	금당산터널	673	2004	일방	1	4	입구부(2×1) 중앙부(2×1)	○	×	×
16	울산	울산대교	염포산2터널	695	2015	대면	-	4	입구부(2×1) 출구부(2×1)	○	×	×
17	남양주	수석~호평 도시고속도로	백봉터널	2,490	2011	일방	9	19	입구부(2×5) 출구부(2×4+1)	○	○	×
18		덕송~내각 고속화도로	진접터널	1,993	2017	일방	8	11	입구부(2×3) 출구부(2×2+1)	○	×	×
19		덕송~내각 고속화도로	별내터널	975.5	2017	일방	5	2	입구부(2×1)	○	×	×
20	강원	미시령터널	미시령터널	3,565	2006	일방	13	24	입구부(2×6) 출구부(2×6)	×	×	×
21	경남	창원~부산간 도로	불모산터널	2,163	2012	일방	8	14	입구부(2×3) 출구부(2×4)	○	×	×
22	창원	팔룡터널	팔룡터널	2,643	2018	일방	10	13	입구부(2×3+1) 출구부(2×3)	○	○	×

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

[별표 12]

민자도시도로 건축물 현황

(단위: ㎡)

주무관청	민자사업자	건축물명	준공연월	층수	연면적
서울특별시	강남순환도로㈜	금천영업소	2016년 7월	지하1층, 지상2층	1,716
		선암영업소	2016년 7월	지하1층, 지상2층	1,007
	우면산인프라웨이㈜	우면산터널 관리사무소	2003년 12월 (2018년 증축)	지하1층, 지상2층	1,401
	용마터널㈜	용마터널 영업소	2014년 11월	지하2층	1,902
경기도	경기남부도로㈜	유지관리사무소	2013년 1월	지하1층, 지상2층	1,317
		의왕영업소	2013년 1월	지하1층, 지상2층	950
	일산대교㈜	일산대교 영업소	2007년 12월	지하1층, 지상1층	1,211
	제삼경인고속도로㈜	고잔영업소	2010년 8월	지하1층 지상2층	873
		정왕IC영업소	2010년 8월	지하1층 지상2층	624
		연성IC영업소	2010년 8월	지하1층, 지상1층	332
		물왕영업소	2010년 8월	지하1층, 지상3층	4,702
인천광역시	문학개발㈜	문학터널영업소	2002년 3월	지하1층, 지상2층	808
	원적산터널㈜	원적산터널 관리사무소	2004년 5월	지하1층, 지상1층	1,039
	만월산터널㈜	만월산터널 관리사무소	2005년 7월	지하1층, 지상2층	1,013
수원시	수원순환도로㈜	장안영업소 영업관리동	2020년 9월	지하1층, 지상2층	1,431
		장안영업소 차고동	2020년 9월	지상1층	218
		장안영업소 차량정비동	2020년 9월	지상1층	482
		장안영업소 월동자재보관동	2020년 9월	지상1층	225
		조원영업소 영업관리동	2020년 9월	지상1층	74
화성시	화성도시고속도로㈜	화성비봉영업소	2017년 6월	지상3층	3,132
남양주시	덕송~내각고속화도로㈜	동별내영업소	2017년 4월	지하1층, 지상2층	999
		서별내영업소	2017년 4월	지하1층, 지상2층	509
		별내터널무인관리소	2017년 4월	지하1층, 지상1층	295
		진접터널무인관리소	2017년 4월	지하1층, 지상1층	306
	남양주도시고속도로㈜	이패영업소	2011년 6월	지하1층, 지상2층	2,176
		변전소	2011년 7월	지하1층, 지상1층	537
		부변전실	2011년 7월	지하1층, 지상1층	437

주무관청	민자사업자	건축물명	준공연월	층수	연면적
대전광역시	대전천변도시고속화도로㈜	한밭영업소	2004년 4월	지하1층, 지상1층	1,773
		대화영업소	2004년 7월	지상2층	620
부산광역시	북항아이브리지㈜	「건축법」에 따른 건축물 없음			
	을숙도대교㈜	명지영업소	2010년 1월	지상2층	1,501
		교량역사관(전망대)	2010년 1월	지상2층	550
	GK해상도로㈜	관리사무소	2010년 12월	지하1층, 지상2층	2,354
		가덕영업소	2010년 12월	지하1층, 지상2층	1,164
		거제영업소	2010년 12월	지하1층, 지상2층	785
		가덕휴게소	2010년 12월	지하1층, 지상2층	5,128
		거제휴게소	2010년 12월	지하1층, 지상2층	3,472
		동측환기탑	2010년 12월	지상3층	1,442
		서측환기탑	2010년 12월	지상2층	1,168
	수정산투자㈜	관리동	2001년 12월	지하1층, 지상3층	988
		법인사무실	2013년 8월	지상1층	82
		여자휴게실, 회의실	2017년 9월	지상2층	150
	백양터널(유)	「건축법」에 따른 건축물 없음			
	부산산성터널㈜	산성터널영업소	2018년 9월	지하2층, 지상3층	2,152
	천마산터널㈜	유지관리사무소	2019년 3월	지하1층, 지상4층	3,320
울산광역시	울산하버브릿지㈜	염포산영업소	2015년 5월	지상2층, 지하1층	1,780
		예전IC영업소		지하1층, 지상1층	35
경상남도	㈜마창대교	마창대교 영업소	2008년 6월	지하1층, 지상3층	1,818
		고객편의시설	2012년 8월	지상3층	373
	경남하이웨이㈜	창원영업소	2012년 4월	지하1층, 지상2층	2,625
		녹산영업소	2015년 10월	지하1층, 지상2층	617
창원시	팔룡터널㈜	팔룡영업소	2018년 10월	지하1층, 지상2층	2,363

주무관청	민자사업자	건축물명	준공연월	층수	연면적
대구광역시	대구동부순환도로㈜	고모영업소	2002년 8월	지하1층, 지상2층	1,054
		삼덕영업소	2002년 8월	지하1층, 지상2층	582
	대구남부순환도로㈜	앞산터널(시점) 부전기실	2013년 5월	지하1층, 지상1층	608
		앞산영업소/법인사무소	2013년 5월	지하1층, 지상3층	2,214
		파동IC영업소	2013년 5월	지하1층, 지상1층	255
		파동IC정비창고동	2013년 5월	지상2층	793
		파동IC 모래보관소	2013년 5월	지상1층	458
		범물터널(종점) 부전기실	2013년 5월	지하1층, 지상1층	515
광주광역시	광주순환도로투자㈜	소태영업소	2000년 8월	지하1층, 지상2층	1,311
	광주순환㈜	송암영업소	2004년 11월	지하1층, 지상2층	1,762
	광주제2순환도로㈜	광주유덕영업소	2007년 4월	지하1층, 지상2층	1,089
강원도	미시령동서관통도로㈜	영업소	2006년 4월	지하1층, 지상2층	940
		시설관리소	2006년 4월	지하1층, 지상1층	960
		종점변전실	2006년 4월	지상1층	375
		주유소	2006년 9월	지상1층	250

자료: 14개 지자체 제출자료 재구성

[별표 13]

법령 개정에 따른 내진성능평가 계획 미수립 현황

(단위: ㎡)

주무 관청	민자사업자	건축물명	준공 연도	층수	연면적	법령 개정 연도	법령 개정 후 경과 연수	지진 안전성 검토기준 변경
경기도	경기남부도로㈜	의왕영업소	2013	지하1층, 지상2층	950	2015	5년 이상	대상 확대
		유지관리사무소	2013	지하1층, 지상2층	1,317	2011	9년 이상	평가방법 변경
인천 광역시	문학개발㈜	문학터널영업소	2002	지하1층, 지상2층	808	2015	5년 이상	대상 확대
	원적산터널㈜	원적산터널관리사무소	2004	지하1층, 지상1층	1,039	2005	15년 이상	
	만월산터널㈜	만월산터널관리사무소	2005	지하1층, 지상2층	1,013	2005	15년 이상	
부산 광역시	GK해상도로㈜	가덕휴게소	2010	지하1층, 지상2층	5,128	2011	9년 이상	평가방법 변경
		거제휴게소	2010	지하1층, 지상2층	3,472	2011	9년 이상	
		관리사무소	2010	지하1층, 지상2층	2,354	2011	9년 이상	
		가덕영업소	2010	지하1층, 지상2층	1,164	2011	9년 이상	
		거제영업소	2010	지하1층, 지상2층	785	2011	9년 이상	
		동측환기탑	2010	지상3층	1,442	2011	9년 이상	
		서측환기탑	2010	지상2층	1,168	2011	9년 이상	
	을숙도대교㈜	명지영업소	2010	지상2층	1,501	2011	9년 이상	
		교량역사관(전망대)	2010	지상2층	550	2011	9년 이상	
울산 광역시	울산하버브릿지㈜	염포산영업소	2015	지하2층, 지상1층	1,781	2005	15년 이상	대상 확대
경상 남도	㈜마창대교	마창대교영업소	2008	지하1층, 지상3층	1,818	2011	9년 이상	평가방법 변경
	경남하이웨이㈜	창원영업소	2012	지하1층, 지상2층	2,625	2011	9년 이상	
		녹산영업소	2015	지하1층, 지상2층	617	2011	9년 이상	
대구 광역시	대구동부순환도로㈜	고모영업소	2002	지하1층, 지상2층	1,054	2005	15년 이상	대상 확대
		삼덕영업소	2002	지하1층, 지상2층	583	2015	5년 이상	
	대구남부순환도로㈜	앞산터널 부전기실	2013	지하1층, 지상1층	608	2015	5년 이상	
		파동IC정비창고동	2013	지상2층	793	2015	5년 이상	
		범물터널 부전기실	2013	지하1층, 지상1층	515	2015	5년 이상	
		앞산영업소	2013	지하1층, 지상3층	2,214	2011	9년 이상	평가방법 변경
광주 광역시	광주순환도로투자㈜	소태영업소	2000	지하1층, 지상2층	1,311	2005	15년 이상	대상 확대
	광주순환㈜	송암영업소	2004	지하1층, 지상1층	1,762	2005	15년 이상	
	광주제2순환도로㈜	유덕영업소	2007	지하1층, 지상2층	1,089	2005	15년 이상	
강원도	미시령동서관통도로㈜	영업소	2006	지하1층, 지상1층	940	2015	5년 이상	대상 확대
		시설관리소	2006	지하1층, 지상1층	960	2015	5년 이상	

주: 내진성능평가 계획 미수립 여부는「민자도로의 유지·관리 및 운영 기준」제4조에 따라 지자체에 제출하도록 되어 있는 "유지관리계획(5년 단위)" 등에 내진성능평가 등의 계획이 반영되어 있는지 등을 확인

자료: 8개 지자체 제출자료 재구성

Ⅳ. 감사결과 통보사항 일람표

○ 국토교통부

일련번호	소관기관	분 야	제 목	처분요구 등 종류	문제점 및 명세서 번호
1	국토교통부	안전관리 체계	특수교 안전관리 부적정	통보	2-가
2	국토교통부	안전관리 체계	적재량 측정차로 의무 진입대상 규정 불합리	통보	2-다

○ 행정안전부

일련번호	소관기관	분 야	제 목	처분요구 등 종류	문제점 및 명세서 번호
1	행정안전부	안전관리 체계	특수교 안전관리 부적정	통보	2-가
2	서울특별시	시설물 유지관리	터널 제연설비 운영 부적정	통보	3-다
3	서울특별시	시설물 유지관리	차선 재귀반사성능 유지관리 부적정	통보	3-라
4	경기도	시설물 유지관리	서수원~의왕고속화도로 노후 교량 유지보수 부적정	통보	3-나
5	경기도	시설물 유지관리	차선 재귀반사성능 유지관리 부적정	통보	3-라
6	경기도	시설물 유지관리	건축물 내진성능 확보 부적정	통보	3-마
7	인천광역시	안전관리 체계	터널 방재기준 강화에 따른 기존 시설물 미보강	통보	2-나
8	인천광역시	시설물 유지관리	터널 제연설비 운영 부적정	통보	3-다

일련번호	소관기관	분 야	제 목	처분 요구 등 종류	문제점 및 명세서 번호
9	인천광역시	시설물 유지관리	차선 재귀반사성능 유지관리 부적정	통보	3-라
10	인천광역시	시설물 유지관리	건축물 내진성능 확보 부적정	통보	3-마
11	대전광역시	시설물 유지관리	안전진단 결과에 따른 결함부재 유지보수 부적정	통보	3-가
12	부산광역시	안전관리 체계	특수교 안전관리 부적정	통보	2-가
13	부산광역시	시설물 유지관리	터널 제연설비 운영 부적정	통보	3-다
14	부산광역시	시설물 유지관리	차선 재귀반사성능 유지관리 부적정	통보	3-라
15	부산광역시	시설물 유지관리	건축물 내진성능 확보 부적정	통보	3-마
16	울산광역시	시설물 유지관리	터널 제연설비 운영 부적정	통보	3-다
17	울산광역시	시설물 유지관리	차선 재귀반사성능 유지관리 부적정	통보	3-라
18	울산광역시	시설물 유지관리	건축물 내진성능 확보 부적정	통보	3-마
19	경상남도	시설물 유지관리	터널 제연설비 운영 부적정	통보	3-다
20	경상남도	시설물 유지관리	차선 재귀반사성능 유지관리 부적정	통보	3-라
21	경상남도	시설물 유지관리	건축물 내진성능 확보 부적정	통보	3-마
22	대구광역시	시설물 유지관리	터널 제연설비 운영 부적정	통보	3-다
23	대구광역시	시설물 유지관리	차선 재귀반사성능 유지관리 부적정	통보	3-라

일련번호	소관기관	분 야	제 목	처분 요구 등 종류	문제점 및 명세서 번호
24	대구광역시	시설물 유지관리	건축물 내진성능 확보 부적정	통보	3-마
25	광주광역시	안전관리 체계	터널 방재기준 강화에 따른 기존 시설물 미보강	통보	2-나
26	광주광역시	시설물 유지관리	터널 제연설비 운영 부적정	통보	3-다
27	광주광역시	시설물 유지관리	차선 재귀반사성능 유지관리 부적정	통보	3-라
28	광주광역시	시설물 유지관리	건축물 내진성능 확보 부적정	통보	3-마
29	강원도	안전관리 체계	터널 방재기준 강화에 따른 기존 시설물 미보강	통보	2-나
30	강원도	시설물 유지관리	터널 제연설비 운영 부적정	통보	3-다
31	강원도	시설물 유지관리	건축물 내진성능 확보 부적정	통보	3-마
32	남양주시	시설물 유지관리	터널 제연설비 운영 부적정	통보	3-다
33	남양주시	시설물 유지관리	차선 재귀반사성능 유지관리 부적정	통보	3-라
34	창원시	시설물 유지관리	터널 제연설비 운영 부적정	통보	3-다
35	수원시	시설물 유지관리	차선 재귀반사성능 유지관리 부적정	통보	3-라
36	화성시	시설물 유지관리	차선 재귀반사성능 유지관리 부적정	통보	3-라