

2018 도로포장관리시스템

Final-Report of the National Highway Pavement
Management System 2018

최종보고서

연구기관  KICT 한국건설기술연구원
Korea Institute of Construction Technology

2019. 5



국토교통부

제 출 문

국토교통부장관 귀하

2018년 7월 3일 계약 체결한 “2018 도로포장관리시스템”에
대한 용역을 과업 지시서에 의거 완료하였기에 그 결과를
보고서에 수록하여 제출합니다.

2019. 5.

한국건설기술연구원
원 장 한 승 현

CONTENTS

■ 약어 및 용어해설

■ 요약

제 1 장	서론	
	1.1 과업의 배경	37
	1.2 과업의 목적	38
	1.3 과업의 내용 및 범위	38
제 2 장	일반국도 포장관리시스템	
	2.1 일반국도 현황	41
	2.1.1 연장 현황.....	41
	2.1.2 교통 현황.....	42
	2.1.3 포장도보수비 현황	43
	2.2 포장관리시스템의 정의	45
	2.3 일반국도 포장관리시스템 현황	47
제 3 장	조사대상구간 선정 및 조사	
	3.1 조사대상구간 정의	53
	3.2 조사대상구간의 선정	53
	3.2.1 선정기준	53
	3.2.2 자료 보완.....	53
	3.2.3 2018 조사대상구간 선정	54
	3.3 노면의 상태 조사 및 평가	57
	3.3.1 조사대상구간	57
	3.3.2 노면 상태 조사 장비	57
	3.3.3 노면 상태 분석 및 평가	59
제 4 장	상세조사구간 선정 및 조사	
	4.1 상세조사구간의 정의	67
	4.2 상세조사구간의 선정	67
	4.2.1 동질성구간 분할	67
	4.2.2 상세조사구간 선정	68

4.3 특이구간 선정 및 현장 조사	70
4.3.1 조사 개요	70
4.3.2 코어 채취	70
4.4 상세조사구간 현장 조사	70
4.4.1 조사 개요	70
4.4.2 포장구조진단기 및 포장두께 조사	72
4.4.3 노면 상태 평가	75

제5장

포장 품질 등급 및 환산축하중 교통량 결정

5.1 포장 품질 등급 결정	81
5.2 환산 축하중 교통량 결정	84
5.2.1 일반국도 환산 축하중 교통량 분포	87
5.2.2 2018년 상세조사구간의 교통량 분포 현황	91

제6장

최종 보수공법 및 보수 우선순위 결정

6.1 현장실사	93
6.1.1 현장실사 개요	93
6.1.2 현장조사 분석결과	95
6.2 아스팔트콘크리트포장 구간의 보수 공법 결정 배경	96
6.3 보수 공법 적용 대안 선정	97
6.4 보수 우선순위 결정	100
6.4.1 HDM-4 모델 개요	100
6.4.2 차량운행비 분석	103
6.4.3 경제성 분석	110
6.4.4 보수 우선순위 결정 및 예산 분석	110
6.4.5 2018년 PMS 보수공법 선정 결과	110
6.4.6 특수포장 공법 도입 배경 및 적용	117
6.4.7 콘크리트 포장 유지보수 공법 적용 현황	122

제7장

전국 일반국도포장 노면상태 조사 및 분석

7.1 과업의 배경 및 목적	127
7.2 조사구간 선정	127

7.3 조사	130
7.3.1 조사항목 및 장비	130
7.3.2 조사 방법	131
7.4 전국 일반국도 포장상태 분포 현황	136
7.4.1 사무소별 대상구간 현황	136
7.4.2 노면상태 현황	137
7.4.3 전국 일반국도 포장상태 변화 추이	145

제8장

결론

결론	149
----	-----

부록

부록1. 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)	159
부록2. <부록 A,B,C>, 일반국도 PDMS 사용자 매뉴얼	175
부록3. 공법별 공사단가	215
부록4. 상세조사구간별 교통량 현황	219
부록5. 상세조사구간별 노면상태 현황	283
부록6. 특수포장공법 적용현황	341
부록7. 보수 우선순위 및 예산분석 결과	361
부록8. 2018 보수사업시행 계획(사무소별)	499
부록9. 조사대상구간 리스트(사무소별)	561
부록10. 상세조사구간 리스트(사무소별)	625
부록11. 요청구간 및 누락사유 현황(사무소별)	723

표/목/차

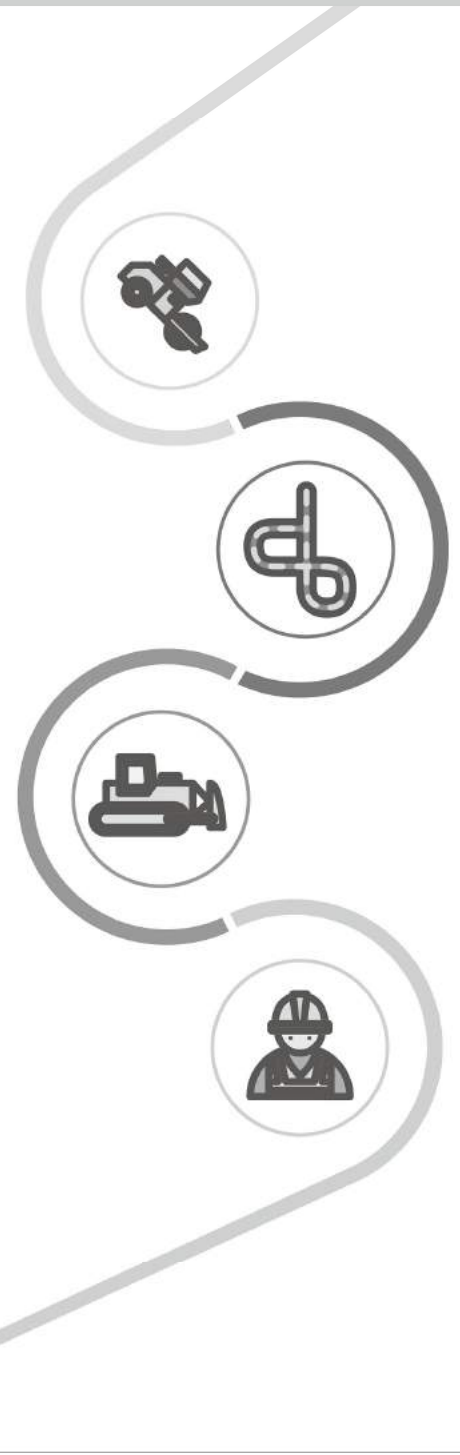
〈표 3.1〉 2018년도 도로포장관리시스템 조사대상구간 총괄표	56
〈표 3.2〉 격자망 크기에 따른 결함 분석 정확성 비교	60
〈표 4.1〉 2018년도 도로포장관리시스템 상세조사구간 총괄표	69
〈표 4.2〉 레이더 투과 검사기 측정 결과(텍스트 파일)	74
〈표 5.1〉 포장 품질 등급 기준표	83
〈표 5.2〉 외국의 포장 설계 기준 표준 축하중	85
〈표 5.3〉 환산 축하중 조사 결과	85
〈표 6.1〉 차량 선정 기준	105
〈표 6.2〉 차량 이용도 및 유지관리비의 특성값	107
〈표 6.3〉 차량 연료비 현황	108
〈표 6.4〉 차량의 세부적인 특성값 및 계수	109
〈표 6.5〉 2017년과 2018년도 보수공법 선정 결과 비교	111
〈표 6.6〉 특수포장 공법별 연도별 적용 현황	121
〈표 6.7〉 일반국도 콘크리트 포장 구간자료(2018년 12월 말 기준)	122
〈표 6.8〉 일반국도 콘크리트 유지보수구간 연장(2018년 12월 기준)	123
〈표 7.1〉 2018년도 조사구간 현황	128
〈표 7.2〉 조사 항목과 조사 장비	130
〈표 7.3〉 전국 일반국도 포장상태조사 조사순서	133
〈표 7.4〉 사무소별 전국 일반국도 포장상태 조사대상구간	136
〈표 7.5〉 전국 일반국도 노면상태 현황	137
〈표 7.6〉 국토관리사무소별 결함 발생 현황	139
〈표 7.7〉 전국 일반국도 노선별 표면결함 발생 현황	141
〈표 8.1〉 기 수행된 연구 업무 항목	151
〈표 8.2〉 기타 업무 수행현황	153

그림/목차

〈그림 2.1〉 도로 등급별 현황	42
〈그림 2.2〉 일반국도 차로별 현황	42
〈그림 2.3〉 일반국도 차종별 교통량	42
〈그림 2.4〉 도로 등급별 주행거리	42
〈그림 2.5〉 연도별 도로보수비에 대한 포장도보수비 비율 현황	43
〈그림 2.6〉 연도별 일반국도 도로포장 유지보수비 변화	44
〈그림 2.7〉 연도별 포장도보수비 변화(2017년 기준 가치)	45
〈그림 2.8〉 연도별 2차로 환산 km당 포장도보수비 변화(2017년 기준 가치)	45
〈그림 2.9〉 포장상태 조사장비	48
〈그림 2.10〉 일반국도 포장관리시스템 업무흐름도	49
〈그림 2.11〉 전국 일반국도포장 노면상태 분석 프로그램	50
〈그림 3.1〉 2018년도 조사대상구간 선정 흐름도	55
〈그림 3.2〉 노면평가조사장비(PES1,2)	57
〈그림 3.3〉 PES1,2를 이용한 균열 조사 방법	58
〈그림 3.4〉 PES1,2를 이용한 소성변형 조사 방법	58
〈그림 3.5〉 PES1,2를 이용한 종단평탄성 조사 방법	59
〈그림 3.6〉 Pavement Analyzer 프로그램을 이용한 포장 파손 분석 방법	59
〈그림 3.7〉 균열 분석 방법	60
〈그림 3.8〉 PES1,2의 소성변형량 분석 방법	62
〈그림 3.9〉 PES1,2의 종단평탄성 산출 방법	62
〈그림 3.10〉 포장 결함 상태 (VI) 등급 결정 흐름도	63
〈그림 4.1〉 상세조사구간 선정(예)	68
〈그림 4.2〉 포장구조진단기(HWD)	71
〈그림 4.3〉 HWD를 이용한 처짐량 측정 결과 예	71
〈그림 4.4〉 포장구조진단기의 조사 및 분석 방법	72
〈그림 4.5〉 레이더투과검사기(GPR)	73
〈그림 4.6〉 레이더 투과 검사기 측정 결과(이미지 파일)	74
〈그림 4.7〉 레이더투과검사기의 조사 및 분석 방법	75
〈그림 4.8〉 1999년부터 2006년까지 측정된 HWD 처짐값	76
〈그림 5.1〉 연도별 환산 축하중 교통량(ESAL) 분포 현황(2008년 ~ 2017년)	87
〈그림 5.2〉 연 평균 일 환산 축하중 교통량 분포(2017)	88
〈그림 5.3〉 사무소별 환산 축하중 교통량(ESAL) 분포 현황(2017) - I	88
〈그림 5.4〉 사무소별 환산 축하중 교통량(ESAL) 분포 현황(2017)- II	89
〈그림 5.5〉 2018년 국토관리사무소별 상세조사구간의 교통량 분포 현황	89
〈그림 6.1〉 현장실사 조사 결과(예)	94
〈그림 6.2〉 최근 6년간 노면상태 조사 결과	95

〈그림 6.3〉 구조적상태 조사 결과	95
〈그림 6.4〉 2018년도 파손 요소별 및 일반국도 포장평가지수 분포 현황	96
〈그림 6.5〉 아스팔트포장 구간의 보수공법결정체계 흐름도	99
〈그림 6.6〉 HDM-4 시스템 구조도	101
〈그림 6.7〉 2018년 PMS 보수공법 선정 결과	111
〈그림 6.8〉 연도별 보수비 및 보수 연장 현황	112
〈그림 6.9〉 연도별 총 보수비와 공법별 보수비 집행 현황	113
〈그림 6.10〉 연도별 km당 보수비 현황	113
〈그림 6.11〉 최근 10년간 국토관리사무소별 보수연장 분포 현황	114
〈그림 6.12〉 아스팔트 혼합물 골재 사이의 맞물림 작용	118
〈그림 7.1〉 전국 일반국도포장상태 조사항목	130
〈그림 7.2〉 일반국도 5호선 조사 범례	131
〈그림 7.3〉 일반국도 37호선, 46호선 중용구간 조사 범례	132
〈그림 7.4〉 상행선 거리표	132
〈그림 7.5〉 관리사무소별 전국 일반국도 포장상태 조사대상구간	137
〈그림 7.6〉 국토관리청별 평균 균열률	138
〈그림 7.7〉 국토관리청별 평균 소성변형량	138
〈그림 7.8〉 국토관리청별 평균 종단평탄성	138
〈그림 7.9〉 국토관리사무소별 평균 균열률	140
〈그림 7.10〉 국토관리사무소별 평균 소성변형량	140
〈그림 7.11〉 국토관리사무소별 평균 종단평탄성(m/km)	141
〈그림 7.12〉 전국 일반국도 노선별 평균 균열률	143
〈그림 7.13〉 전국 일반국도 노선별 평균 소성변형	144
〈그림 7.14〉 전국 일반국도 노선별 평균 종단평탄성	144
〈그림 7.15〉 전국 일반국도 포장상태 변화	145

약어 및 용어해설





다음은 본 보고서에 사용된 용어 해설이며, 원래 단어의 의미와 차이가 있을 수 있다.

기 관 명 칭

- **AASHTO** 미국 도로 및 교통 공무원 협회
(American Association of State Highway and Transportation Officials)
- **LCPC** 프랑스 도로 시험소
(Laboratoire Central des Ponts et Chaussées)
- **MCO** 국토관리사무소
(Maintenance and Construction Officials)
- **MLTM** 국토교통부
(Ministry of Land, Infrastructure and Transport)

기 술 명 칭

- **AADT** 연 평균 1일 교통량
(Annual Average Daily Traffic)
- **CBR** 노상지지력비(%)
(California Bearing Ratio)
- **ESAL** 환산 축하중 또는 환산 축하중 교통량
(Equivalent Single Axle Load)
- **HDM** 도로 설계 및 유지관리를 위한 경제 분석 모델(세계은행에서 개발)
(Highway Design and Maintenance Standards Model)

- **IRR(내부수익률)** 분석기간 동안에 발생하는 총 비용과 총 편익이 같게 되는 할인율
(Internal Rate of Return)
- **MC(유지보수비용)** 적정 서비스 수준의 유지 또는 서비스 수준의 저하를 감소시키기 위하여 투자하는 할인된 유지보수 비용
(Discounted Maintenance Costs)
- **NPV(순현재가치)** 할인율을 고려한 분석기간 동안에 발생하는 비용과 편익을 초기 연도의 가치로 할인하여 총 편익과 총 비용의 차이로 표시한 값
(Net Present Value)
- **VOC(차량운행비)** 도로상을 주행하는 차량에 대한 연료, 타이어, 엔진 오일, 차량 유지비 및 도로 주행 연장에 따른 감가상각비를 포함한 모든 비용
(Vehicle Operation Costs)

장 비 명 칭

- **APL** 도로의 종단 평탄성 측정 장비
(Longitudinal Profile Apparatus)
- **Deciroute** 도로의 노면상태 및 각종 주변 환경 조사 장비
- **Deflectograph** 포장의 처짐량 조사 장비
- **SRT** 미끄럼 저항 측정 장비
(Skid Resistance Tester)
- **GPR** 지표투과레이더(도로 포장 단면 자동 조사 장비)
(Ground Penetrating Radar)
- **ARAN** 도로 노면 상태 자동 측정 장비
(Automated Road Analyzer)
- **HWD** 포장의 처짐량 조사 장비
(Heavy Weight Deflectometer)

- **PFT** 도로 미끄럼 저항 자동 측정 장비
(Pavement Friction Tester)
- **PES** 노면 상태 자동 측정 장비
(Pavement Evaluation Surveyor)

본 연구에서의 명칭

- **AC** 아스팔트 콘크리트
(Asphalt Concrete)
- **BB** 아스팔트 안정 처리 기층
(Bituminous Base)
- **CG** 균열 등급
(Crack Grade)
- **Event** 도로의 주변 환경(교량, 교차로, 행정 경계 등)
- **GB** 쇄석 기층
(Gravel Base)
- **Maintenance** 표면 처리 또는 단층 덧씌우기 하는 작업
- **Overlay** 덧씌우기의 일반적인 표현
- **PMS** 포장관리시스템
(Pavement Management System)
- **IRI** 국제 평탄성 지수
(International Roughness Index)
- **Q 등급** 포장 품질 등급
(Quality Index)
- **QI** 종단평탄성 지수

	(Quarter-car Index)
◦ RDB	도로 자료 은행 (Road Data Bank)
◦ SB	보조 기층 (Sub Base)
◦ ST	표면처리 (Surface Treatment)
◦ Section	도로 대장에 현지 위치 선정의 기본 단위
◦ SN	포장 두께 지수로서 포장의 각층에 사용되는 재료의 형태에 따른 적합한 상대강도계수에 각층의 두께를 곱하여 모두 합한 아스팔트콘크리트 포장의 환산두께로 교통량, 노상토의 상태 및 환경 조건으로부터 유도됨 (Structure Number)
◦ VI 등급	포장 결함 등급 (Visual Index)
◦ 가요성 포장	포장 구조의 구조 층이 서로 밀착되어서 골재의 맞물림, 입자의 마찰력과 안정성이 큰 접착력에 의해 교통 하중을 노상에 전달 분포시키는 포장
◦ 경제적 비용	부가 가치를 제외한 비용
◦ 골재 박리	아스팔트콘크리트 혼합물의 골재와 아스팔트의 접착성이 감소하여 골재가 벗겨지는 현상
◦ 기층	표층을 지지하고 교통 하중 및 충격을 적당히 분포 경감하여 이것을 노상에 전달하는 역할을 하는 층
◦ 노선 상황표	Deciroute, Viziroad 장비에 의한 도로 속성 육안조사 결과표
◦ 러팅(Rutting)	차량 주행으로 노면에 발생한 도로 연장 방향의 움푹 패인 현상

◦ 미끄럼 저항	노면과 자동차 타이어의 접지면에 생기는 마찰의 정도
◦ 변형(Deformation)	아스팔트 콘크리트 재료의 문제점으로 인해 원래 도로 표면과 다른 형태로 변화된 형태
◦ 보강	포장 상태가 표면 결함뿐만 아니라 포장 구조에도 문제가 있다고 판단하여 두꺼운 덧씌우기를 하거나 기층을 포함하여 복층 덧씌우기 하는 작업
◦ 보수	기존 포장의 결함 상태가 포장의 지지력 등 구조적인 원인보다 주로 표면 결함에 있다고 판단하여 단층 덧씌우기 하는 작업
◦ 보조 기층	기층을 지지하며 상부에서 전달되는 교통 하중을 분산시켜 노상에 전달하는 역할을 하는 층
◦ 블리딩(Bleeding)	아스팔트 콘크리트의 역청 재료가 떠올라 포장면에 피막이 형성된 상태
◦ 상대강도계수	포장을 구성하는 재료의 기능적 능력을 상대적으로 나타내는 계수로서, 포장 두께 지수와 층 두께와의 경험적인 관계로 나타냄
◦ 상시 보수	배수, 잡초 제거, 차선 도색, 갓길, 유지보수 등의 일반적인 도로 보수
◦ 공용 수명	보수 후 다음 보수까지의 기간
◦ 조사대상구간	전 일반국도 중 우선적으로 유지보수가 필요하다고 판단되는 구간을 조사대상구간이라고 하며, 자동포장상태 조사장비를 이용하여 조사
◦ 조사분석구간	조사 대상구간에 대한 자료(균열, 소성변형, 종단 평탄성 등)을 분석하고 포장 상태가 불량한 구간을 정밀 조사(처짐량, 포장 두께 등)하여 보수 공법 및 보수 우선순위 검토
◦ 종단 경사	도로의 종단 기울기
◦ 처짐량	포장 구조에 FWD 또는 HWD 하중이 가해지는 경우 포장체의 표면에 발생하는 탄성 처짐의 정도로 포장의 지지력을 평가하는 기준
◦ 평면 선형	도로의 중심선이 평면적으로 그리는 형상을 평면 선형이라 하고, 직선,

	원곡선, 완화 곡선 등으로 구성
◦ 중단 평탄성	도로 종방향으로 울퉁불퉁한 정도로서 승차감을 표현
◦ 표본 축하중	포장의 해석에서 교통 하중을 고려할 때 기준으로 사용되는 단축하중, 복축하중의 총칭
◦ 표준 단축하중	포장의 해석에서 교통 하중을 고려할 때 기준으로 사용되는 단축하중
◦ 표층	포장 구조에 있어서 교통 하중을 지탱할 수 있도록 설계된 한 개 또는 그 이상의 층으로 미끄럼, 교통에 의한 마모, 기후에 의한 붕괴의 영향에 저항하는 포장체 최상부의 층
◦ 품질 등급	포장표면의 변형, 균열 및 처짐의 조합으로 평가하는 포장의 상태 등급
◦ 환산 축하중	혼합 교통량을 설계 교통량으로 환산하기 위하여 표준 단축하중(8.2t) 교통량으로 환산한 교통량
◦ 횡단 평탄성	도로의 횡방향 수직 변위를 말하며, 주로 바퀴 자국이 이에 해당되며 소성변형이라고 표현함

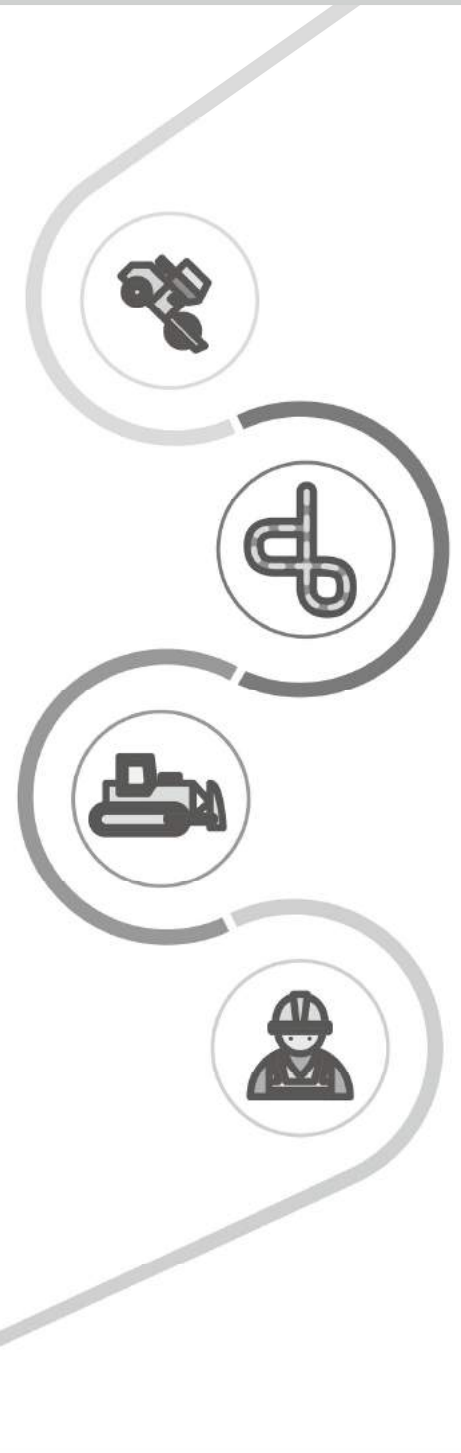
보수공법 명칭

◦ 5AC	표층 아스팔트 포장체를 소파보수 후 5(cm)로 덧씌우는 공법
◦ 개질아스콘(내유동성)	표층 아스팔트 포장체에 개질첨가제를 혼합하여 균열, 소성변형 등 포장 내구성을 개선시킨 공법
◦ WC-5	개질아스콘(내유동성) 골재 최대입경 20(mm)
◦ WC-6	개질아스콘(내유동성) 골재 최대입경 13(mm)
◦ 그리드+5AC	아스팔트 포장의 균열방지 및 소성변형 억제를 위하여 유리 및 탄소섬유로 직조된 유리섬유그리드를 노면에 부착하여 표층공사를 시행하는 공법
◦ 현장재생	현장 가열 표층 재생 장비를 이용하여 노후 아스팔트 표층을 가열 절삭

방법으로 걷어낸 표층을 신재료와 첨가제를 혼합 후 다시 포설 및 다짐하는 공법

- | | |
|------------|--|
| ◦ 절삭 | 표층 아스팔트 포장체를 덧씌우기 공법으로 시행시 포장층 및 구조물 등으로 단차가 발생 할 경우 덧씌우기 두께만큼 잘라내는 공법 |
| ◦ 평삭 | 부분적인 요철이 있는 곳을 평탄하게 만드는 작업 |
| ◦ 예방적유지보수 | |
| - 폴리머슬러리실 | 유화 아스팔트, 잔골재, 석분과 적당량의 물이 포함된 혼합물(슬러리)을 혼합기에서 혼합하여 얇은 층으로 표면에 도포하는 공법 |
| - 마이크로썬페이싱 | 골재, 메운 재료, 물과 기타 첨가제를 혼합한 폴리머계열 아스팔트 혼합물을 얇은 층으로 표면에 도포하는 공법 |
| ◦ 균열보수 | 균열발생 부분에 실런트를 주입하여 포장체내로 물이나 비압축 이물질의 침투를 방지하는 공법 |

요약



제 / 1 / 장 서론

1.1 과업의 배경

도로, 철도, 항만, 공항, 통신 등 현대의 수송 시스템은 국민 생활환경과 산업 활동의 기반시설로서 경제발전의 우위를 가름하는 국력의 지표로 고려될 만큼 그 역할이 더욱 중요하게 인식되고 있다. 세계화, 국제화 및 국민경제 규모의 증대에 따라 물동량이 대형화, 다양화되고 보다 신속한 수송이 요구되고 있어 그 중요성이 더욱 강조되고 있다. 이 중 도로는 국토의 대동맥으로써 우리나라 수송량의 약 80%를 분담하며 경제성장의 주역으로 자리매김하였다.

도로시설 중 도로포장의 상태는 도로 이용자의 승차감, 안전은 물론 차량의 손상, 에너지의 소비와 유지보수로 인한 지체비용 등 사용자 비용에도 직·간접적으로 영향을 미친다. 사람과 물류의 빠르고, 안전한 이동을 담당하는 도로의 기능은 시간이 지남에 따라 저하될 수밖에 없다. 1970년대 이후 급격한 산업화에 따른 교통량의 증가, 중차량의 증가와 같은 직접적인 요인과 집중호우 및 강설 등 환경변화에 따른 간접적인 요인에 의한 포장파손의 가속화고, 도로 관리연장의 증가로 유지관리에 필요한 비용이 점차 증가하고 있다. 이에 따라 합리적이고, 체계적인 도로포장관리시스템의 도입을 필요로 하게 되었다. 도로포장관리시스템이 없는 경우에는 심각한 파손이 발생하여 포장 상태가 매우 나쁜 구간을 우선 보수하는 보수전략을 사용할 수밖에 없으므로 전체도로의 포장상태가 저하되었으며, 각각의 보수대상구간이 전반적인 보수가 필요하게 되므로, 보수비용 및 사용자 비용의 증가를 초래하게 되는 것은 물론 보수예산의 편성근거가 명확하지 못하고, 체계적인 보수전략의 수립이 어려운 문제가 발생하게 되었다. 1990년대 이후 근래의 도로정책목표는 부족한 도로시설의 확충에서 기존시설의 운영효율을 극대화하는 도로관리 운영정책의 도입에 주력하게 되었으며, 국토교통부에서는 일반국도 포장의 효율적인 유지관리를 위해 1989년부터 프랑스에서 도로조사장비와 분석 시스템을 도입하여 운영하고 있으며, 국내 실정에 보다 적합한 합리적이고, 경제적인 도로포장 관리체계로의 개선을 위해 최선의 기술을 적용하여 계속적인 연구를 진행하고 있다.

1.2 과업의 목적

일반국도 유지보수 예산을 효율적으로 활용하고, 일반국도 포장노면상태를 적정수준 이상으로 유지하기 위하여 조사대상구간을 선정하고, 자동화된 포장조사장비를 이용한 현장조사 시행 및 경제성분석, 예산분석 등 여러 가지 분석을 통하여 보수·보강 공법과 그 시행 우선순위를 결정하고, 과업수행에 필요한 연구업무를 통하여 일반국도 도로포장관리시스템의 개선을 목적으로 한다.

1.3 과업의 내용 및 범위

● 조사 및 평가업무

- 일반국도 13,983km 중 3,412km(2차로 환산연장 5,215km)의 조사대상구간에 대하여 노면 상태를 조사하고, 이 중 2,191km(2차로 환산연장 3,424km)는 각종 조사 장비를 이용한 상세조사 및 역학적인 조사를 수행하였다.
- 조사결과를 분석하여 차기년도에 보수를 필요로 하는 구간의 최적 보수, 보강 공법 및 우선순위를 결정한다.
- 전국 일반국도 포장 노면상태 평가의 운용을 위한 현장조사 및 분석을 실시한다.
(전국 일반국도 노면상태 조사 및 분석)
- 지방국토관리청(국토관리사무소 및 도로관리사업소 포함)에서 요청되는 현장조사·분석업무 등을 실시하였다.(기타업무)
- 각종 대장 및 국도포장데이터베이스를 갱신하고, 도로관리연장, 도로현황조서, 도로유지 보수실적 등 연도별 도로자료를 작성하였다.

● 연구업무

- 본 업무를 수행하면서 일반국도유지보수 체계를 개선·발전시키고자 1991년부터 분석 업무와 함께 연구 업무를 수행하였다. 2018 도로포장관리시스템에서 수행한 연구 업무는 별책 보고서로 작성하였으며 요약내용은 다음과 같다.
 - 일반국도 보수·보강 공법 결정 체계 개선 연구

1.3.1 조사 업무

(1) 계획 수립 및 자료 수집 정리

본 과업을 충실히 수행하기 위하여 제반 계획을 수립하고, 본 과업의 수행에 필요한 최종 자료를 수집·정리하였다.

(2) 조사대상구간 선정

국토교통부에서 한국건설기술연구원에 제공한 2018 도로포장관리시스템 조사대상구간 선정을 위한 자료(도로사업 예산내시현황, 일반국도유지 보수실적자료, 교통량 조사자료, 도로 및 교량현황자료, 국토관리사무소, 도로관리사업소 요청구간 등)를 수집·정리하여 연도별 조사자료 및 도로대장을 수정·보완한 후 정리된 자료를 토대로 2018 도로포장관리시스템 조사대상구간으로 3,412km(2차로 환산연장 5,215km)를 선정하였다.

(3) 조사대상구간 분석 및 협의

조사대상구간에 대하여 각 국토관리사무소 및 도로관리사업소의 의견 수렴·검토 및 분석·협의를 통해 조사대상구간을 최종 확정하고, 그 결과를 국토교통부에 제출, 승인을 받은 후 과업을 진행하였다.

(4) 조사대상구간 현장조사

조사대상구간에 대한 현장조사는 위치조회시스템을 이용하여 위치를 파악하고, 노면 상태에 대하여 노면평가조사장비(PES1, PES2)를 이용하여 종단평탄성, 소성변형, 균열률 등을 조사하였다.

(5) 동질성구간 분할과 상세조사구간 및 특이구간 선정

가) 동질성구간 분할

포장결함상태, 환산축하중교통량(ESAL), 시공년도 및 포장구조, 유지보수실적, 관리연장 등을 고려하여 동질성구간을 분할하였다.

나) 상세조사구간 및 특이구간 선정

2018 도로포장관리시스템 조사대상구간에 대한 포장표면 상태 조사 자료를 정리하고, 포장결함상태를 검토 분석하여 2018 도로포장관리시스템 상세조사구간 및 특이구간을 선정하고, 국토교통부에 선정된 자료를 제출하였다.

(6) 상세조사구간 현장조사

각 상세조사구간에 대하여 장비(처짐량 측정장비 : HWD, 포장단면 조사장비 : GPR)를 이용하여 구간별 포장의 기능적·구조적 상태를 파악하였다

(7) 특이구간 현장조사

현장실사 후 각 특이구간의 상세조사는 장비조사(HWD, GPR, 코아채취)를 통한 역학적 조사를 수행하고, 전문가의 자문이 필요한 특이구간에 대하여는 자문단을 구성하여 현장조사를 실시한다. 당해년도 대상구간이 발생하지 않아 현장조사는 실시하지 않았다.

(8) 전국 일반국도포장 노면상태 조사

전국 국도 중 국토교통부에서 관리하고 있는 약 11,674km에 대하여 5km 구간 마다 1km씩 총 2,401km의 노면상태를 노면평가조사장비(PES1)를 이용하여 조사하고, 조사 자료를 전국 일반국도포장 노면상태 현황조회 프로그램에 입력하였다.

1.3.2 분석 및 평가 업무

(1) 조사대상구간 조사자료 정리 및 분석

조사대상구간에 대한 포장표면상태조사 자료를 정리하고, 분석하여 상세조사구간 및 특이구간 선정에 필요한 기초자료를 산출하였다.

(2) 상세조사구간 조사자료 정리 및 분석

상세조사구간에 대한 장비조사자료를 정리하고, 분석하여 보수 및 보강공법 결정에 필요한 기초자료를 산출하였다.

(3) 포장 결함 분석 및 등급 결정

각종 장비조사자료, 포장상태 및 기타자료를 종합 분석하여, 각 상세조사구간별로 포장결함 분석 및 등급을 결정하였다.

(4) 보수 및 보강 공법 결정

포장결함 및 교통량(환산축하중) 등을 이용하여 보수 및 보강공법을 검토하고, 보수공법 선정 절차에 의하여 우선 보수공법 선정 및 경제성 분석 대상구간을 선정하였다.

(5) 현장 실사

결정된 보수 및 보강공법의 타당성을 현장 실사를 통하여 재검토 하였다.

(6) 특이구간 조사자료 정리 및 분석

특이구간에 대한 장비조사자료 및 상세조사자료를 정리하고, 분석하여 보수 및 보강공법 결정에 필요한 기초자료를 산출한다. 당해년도 대상구간이 발생하지 않아 기초자료는 산출하지 않았다.

(7) 경제성 분석

현장조사자료, 차량유지비, 기타 차량 계수 등 각종 자료를 HDM-4의 부모모델인 차량운행비에 입력하고, 그 결과로 경제성 분석을 하여 우선순위 결정에 참고자료로 사용하였다.

(8) 예산 분석 및 보수우선순위 검토

경제성 분석 및 현장실사에서 결정된 최적의 유지보수 및 보강공법에 대한 소요예산 검토 및 국도유지보수사업의 연간 가용예산을 고려하여, 객관적인 기준을 적용한 국도유지보수사업의 우선순위를 결정하였다.

(9) 각종 대장 작성

각종 대장(도로 대장, 상세조사구간 노선상황표, 유지보수대장 등) 및 각종 자료(도로 연장과 형태, 장비 조사 자료, 유지보수 실적, 도로 파손 상태, 포장 구조, 교통량, 교차로, 교량 등)를 분석 결과에 따라 보완하고, 추가 작성하였다.

(10) 연도별 도로자료관리

국도관리사무소 및 도로관리사업소와 함께 유지보수대장을 갱신하고, 각종 자료를 수집하여 연도별 일반국도유지보수 관련 자료를 체계적으로 데이터베이스화하여 도로관리연장, 도로현황조사, 도로보수실적 등을 작성하였다.

(11) 전국 일반국도포장 노면상태 분석

전국 일반국도포장 노면상태 조사 자료를 정리·분석하고, 현황 조회 프로그램에 입력 및 관리하였다.

1.3.3 연구업무

연구업무는 연차적으로 일반국도 도로포장관리시스템을 발전시켜 우리나라의 실정에 맞는 시스템 확립을 목표로 하며, 본 연구단계에서는 일반국도 보수·보강 공법 결정 체계 개선 연구를 수행하였다.

제1장 일반국도 보수·보강 공법 결정 체계 개선 연구

(1) 일반국도 포장의 현황 분석

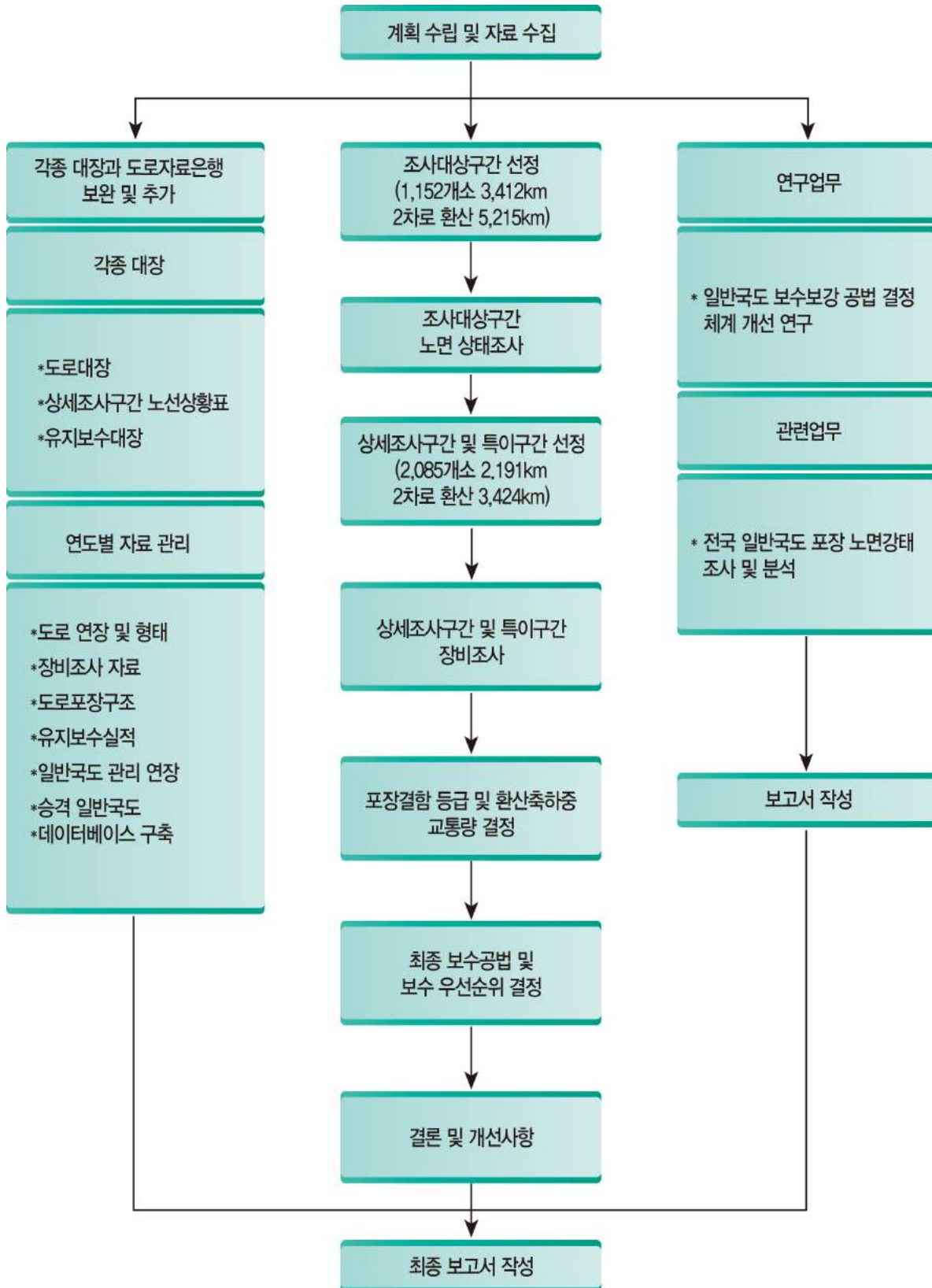
- 포장의 노후도 및 조기파손 현황 분석
- 유지관리 이력조사 및 현장조사를 통한 특이구간(반복 조기파손 구간)에 대한 조기파손 원이분석
- 보수공법 및 예산내시 현황 분석

(2) 기존 국도 유지보수 공법 의사결정체계 문제점 분석 및 개선방향 수립

- 국내외 유지보수공법 의사결정체계 분석
- 기존 국도 PMS 의사결정체계 이력 분석
- 노면결함 데이터 적용을 통한 의사결정체계의 문제점 분석
- 의사결정체계(안) 개선 방향 수립(도로운영과 및 국토관리사무소 의견 반영)

(3) PMS 유지보수 공법 의사결정체계(안) 개발 및 검증

- 장기 예산분석을 위한 보수공법별 공사비 분석 및 공용성 모형 결정
- 기존 및 개선된 의사결정체계 적용 시 유지관리 비용 분석 및 절감 비용 분석



〈그림 1〉 2018 과제 수행 흐름도

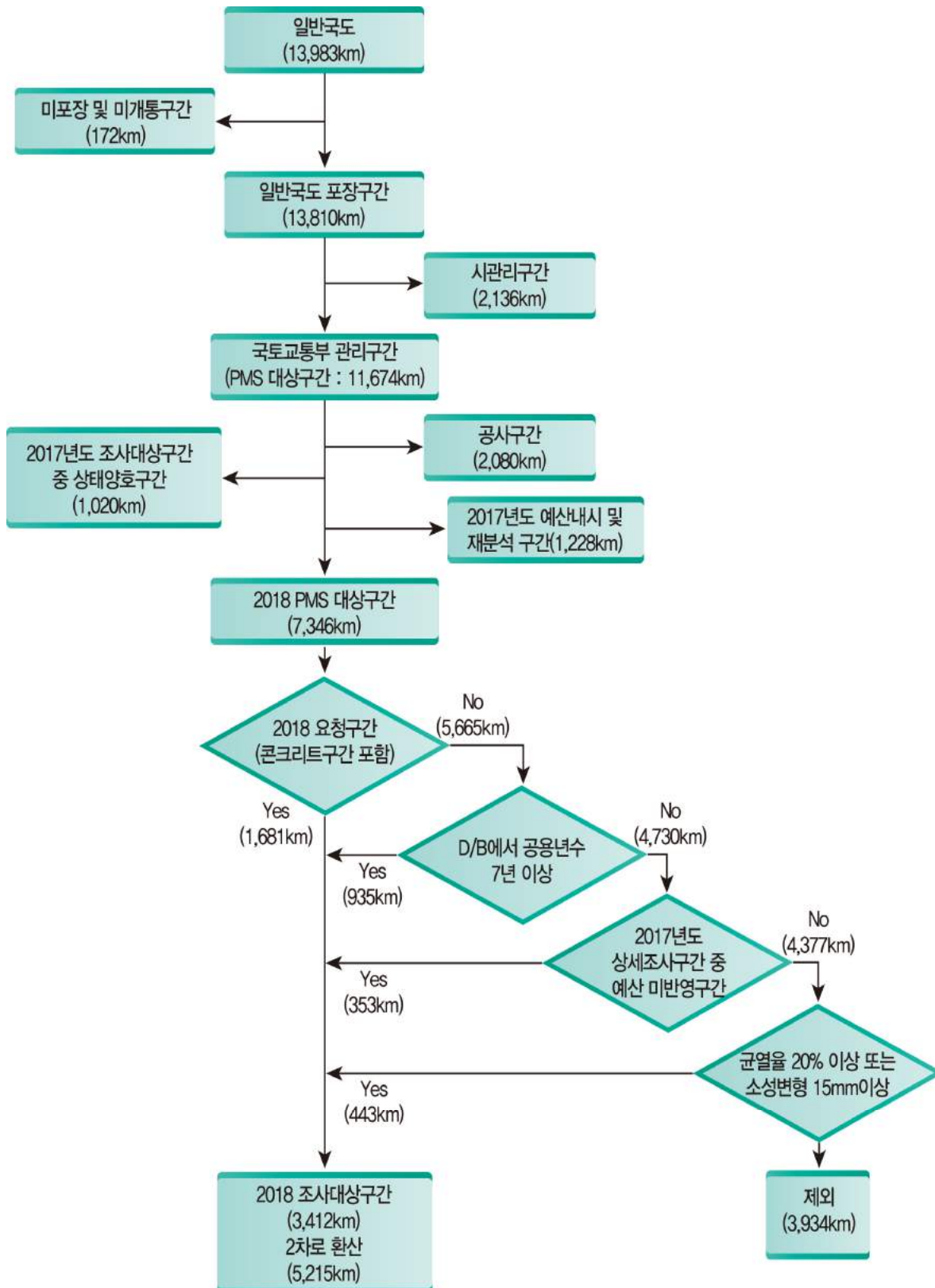
제 / 3 / 장 조사대상구간 선정 및 조사

3.1 조사대상구간 선정

전체 일반국도 중 우선적으로 유지보수가 필요하다고 판단되는 구간을 조사대상구간이라 하는데, 매년 각종 자료의 변동 사항을 수정·보완하고, 조사대상구간 선정 기준에 따라 포함되어서는 안 될 구간을 제외하여 조사대상구간을 선정하였다.

일반국도의 총 연장은 13,983km로 이 중 미포장 및 미개통도, 시관리 구간 등을 제외한 11,674km가 국토교통부에서 관리하는 구간으로 일반국도 PMS의 대상 구간이 된다. 일반국도 PMS 대상구간 중 공사구간, 2017년 조사구간 중 상태 양호 구간과 예산내시 및 재분석구간을 제외하면 2018 PMS 대상 구간은 7,346km가 된다. 이 구간 중 2018년 전체 요청구간(2,215km)에서 2017년 예산내시 된 구간 534km를 제외한 1,681km, 공용년수가 7년 이상 된 구간(단, 전국 일반국도 노면상태 평가결과 균열률 5% 미만 및 소성변형 10mm 미만 구간은 제외) 935km, 예산미반영 된 구간(단, 일상유지보수 구간 및 요청구간에 포함된 구간은 제외) 353km, 전국 일반국도노면상태 평가결과 균열률 20% 이상, 소성변형 15mm 이상인 443km를 포함한 3,412km(2차로 환산 5,215km)를 최종 2018 PMS 조사대상구간으로 선정하였다. 2018년 조사대상구간 선정 흐름은 〈그림 2〉와 같다.

조사대상구간은 대부분 서류와 전산 작업만으로 선정되므로, 그 과정에서 착오가 발생할 수도 있고, 국토관리사무소 및 도로관리사업소의 실정과 현장의 상황을 정확히 파악하기 어려운 점도 있다. 따라서 조사대상구간이 선정되면 각 국토관리사무소에 검토요청을 하고, 협의한 후 국토교통부에 제출하여 승인을 받았다.



〈그림 2〉 2018 조사대상구간 선정 흐름도

3.2 조사대상구간 노면 상태 조사

당해 연도의 조사대상구간을 선정 후 노면평가조사장비(PES1, PES2)를 이용하여 각 조사대상구간에 대한 노면 상태 조사를 실시하였다. 노면 상태 조사는 조사대상구간 3,412km(2차로 환산연장 5,215km)에 대해 진행방향 차로를 조사하였으며, 4차로 이상인 경우에는 상·하행선을 분리하여 양방향을 조사하였다. 조사대상구간 중 4차로 이상인 구간은 1,885km로 노면평가조사장비를 이용한 실제 조사연장은 3,770km이다.

이 조사 결과는 구간별 매 10m 단위로 균열 길이, 소성변형깊이, 종단평탄성을 측정한 노면 영상 자료와 주변 현황을 기록한 현황 영상 자료로 각각 하드디스크에 입력되어 전달되며 컴퓨터 프로그램을 이용하여 조사 결과를 분석하였다.

3.3 전국 일반국도포장 노면 상태 조사 및 분석

전국 일반국도포장 노면 상태 평가 현장조사는 5km에 대한 20% 값을 조사간격 및 조사물량으로 채택하여 5km마다 1km 조사를 원칙으로 한다. 본 조사에서는 노면평가조사장비(PES1)를 이용하여 소성변형, 균열, 평탄성에 대한 조사를 주 항목으로 2,401km를 수행하였다. 이 조사결과를 매년 분석하여 연도별 일반국도 포장의 노면상태를 평가하고, 차년도 조사대상구간을 선정 시 중요한 자료로 사용된다.

제 /4/ 장 상세조사구간 선정 및 조사

4.1 상세조사구간 및 특이구간 선정

상세조사구간은 조사대상구간의 노면 상태 조사 결과, 교통량 및 과거의 유지보수실적을 노선 상황표에 추가하여 노면 상태 조사 결과가 양호한 구간, 교통량이 적은 구간, 유지보수가 오래되지 않은 구간을 제외하고 결정한다.

2018 도로포장관리시스템 상세조사구간은 다음의 조건을 근거로 2,191km(2차로 환산 3,424km)를 선정하였다. 상세조사구간의 선정에서 고려된 사항은 다음과 같다.

-
- 노면 상태 조사 결과(Ⅵ등급)
 - 시공 연도 및 포장구조
 - 유지보수실적 및 형태
 - 환산 축하중 교통량(ESAL)
 - 기타 관련 자료
-

상기의 기준을 적용하여 상세조사구간을 분할하였으며, 국토관리사무소별 상세조사구간은 <표 1>과 같다. 상세조사구간 중 소성변형 최대 깊이가 50mm 이상 발생된 구간은 특이구간으로 선정한다.

〈표 1〉 2018 도로포장관리시스템 상세조사구간 총괄표

국 토 관리청	국토관리 사무소	국토교통부관리		상세 조사 구간 (개소)	상세 조사구간	
		연장 (km)	비율 (%)		연장 (km)	2차로 환산연장(km)
서울청	수 원	455,386	3.9	169	180,146	346,529
	의정부	504,359	4.3	130	138,307	222,358
경기도도로관리사업소		154,321	1.3	15	22,065	30,609
소 계		1,114,066	9.5	314	340,518	599,496
원주청	홍 천	521,197	4.5	97	86,209	147,170
	강 릉	420,922	3.6	45	45,880	63,663
	정 선	329,078	2.8	51	67,999	77,556
강원도로관리사업소		474,800	4.1	54	62,768	68,964
소 계		1,745,997	15.0	247	262,856	357,353
대전청	충 주	374,073	3.2	51	69,129	107,587
	보 은	323,212	2.8	30	49,587	74,480
	논 산	361,793	3.1	64	67,796	134,991
	예 산	540,309	4.6	130	152,827	280,953
충북도로관리사업소		223,727	1.9	26	44,903	67,057
충남도로관리사업소		322,539	2.8	29	40,243	58,736
소 계		2,145,653	18.4	330	424,485	723,804
익산청	전 주	551,201	4.7	104	97,423	162,103
	남 원	425,602	3.6	50	55,972	83,771
	광 주	724,033	6.2	105	123,503	193,489
	순 천	557,913	4.8	197	166,437	287,515
전북도로관리사업소		247,969	2.1	19	51,174	53,098
전남도로관리사업소		559,657	4.8	34	69,596	69,596
소 계		3,066,375	26.2	509	564,105	849,572
부산청	대 구	563,532	4.8	121	110,433	179,160
	포 항	620,333	5.3	116	106,316	167,731
	영 주	416,356	3.6	56	52,920	88,211
	진 주	742,359	6.4	148	110,653	169,422
	진 영	460,826	3.9	121	66,731	120,238
경북도로관리사업소		462,012	4.0	72	96,784	99,941
경남도도로관리사업소		336,688	2.9	51	55,644	68,997
소 계		3,602,106	30.9	685	599,481	893,700
총 계		11,674,197	100	2,085	2,191,445	3,423,925

4.2 포장구조 진단 및 평가

상세조사구간의 조사장비는 포장구조 진단기(HWD)와 레이더투과검사기(GPR)를 이용하여 수행하였으며, 포장구조 진단기는 처짐량 측정을 통해 포장의 구조적 능력을 측정하는 장비이고, 레이더투과검사기는 포장단면 두께 및 공극(Void) 유·무를 측정하는 장비이다. 또한 소성변형으로 인하여 특이구간으로 선정된 구간에 대해서는 현장 코어를 채취하여 소성변형이 발생된 깊이를 확인하고, 보수 시 절삭 두께 등을 결정한다.

제 / 5 / 장 포장 품질 등급 및 환산축하중 교통량 결정

상세조사구간에 대하여 수행되는 포장 상태 분석은 노면 상태 조사를 통한 포장체의 표면 결함 상태를 파악하고, 처짐량 조사를 통하여 포장체의 지지력을 검토함으로써 수행된다. 포장 품질 등급(Q 등급)은 표면 결함 상태를 표현하는 포장 결함 등급(VI 등급)과 처짐량을 조합하여 Q1부터 Q9까지 9단계로 나누어 구한다.

균열률(%) 소성변형(mm)	Low (< 5)	Medium (5 ~ 15)	High (> 15)
Low (< 10)	1	2	3
Medium (10 ~ 20)	3	4	5
High (> 20)	5	6	7

소파보수, 포트홀 면적이 10% 이상이면 1등급 상향 조정
최저 VI 등급은 7등급으로 한다.

VI 등급 범위 (1~7등급)

〈그림 3〉 포장 결함 등급(VI 등급) 결정 흐름도

처짐량 (mm) VI등급	I	0.5 미만	II	0.85 미만	III
1	Q1		Q2		Q7
2-3	Q3		Q5		Q8
4-7	Q4		Q6		Q9

〈그림 4〉 포장 품질 등급(Q 등급) 결정 흐름도

본 과업에서 규정하는 포장 품질 등급의 범위는 Q1부터 Q9까지이며 이는 다음의 주요 그룹으로 구별한다.

- ◆ Q1, Q2는 포장상태가 양호하고, 처짐량이 양호 내지는 보통임을 나타낸다. 따라서 일상적인 유지보수 작업이 요구된다.
- ◆ Q3는 포장상태가 불량하고, 처짐량이 양호한 구간으로 향후 포장 상태가 급속도로 나빠질 위험성을 내포하고 있다. 따라서 교통량에 따라 덧씌우기 여부를 판단하도록 한다.
- ◆ Q4와 Q5는 불확실한 상태로 공학적 판단(처짐량과 VI 등급의 상대적인 비중의 비교)에 의해 유지보수와 보강 작업을 결정한다.
- ◆ Q6은 처짐량이 불량하고, 표면결함도 매우 불량한 상태를 나타낸다. 따라서 반드시 덧씌우기를 실시하도록 한다.
- ◆ Q7, Q8, Q9는 처짐량이 매우 불량한 구간이다. 이 구간은 단순한 덧씌우기 공법만을 실시하기보다는 처짐이 과도하게 발생하는 원인을 분석하고, 그에 적절한 보수공법을 결정하기 위해 특이구간으로 분류하며 특이구간 운영지침에 의해 보수공법을 결정하도록 한다.

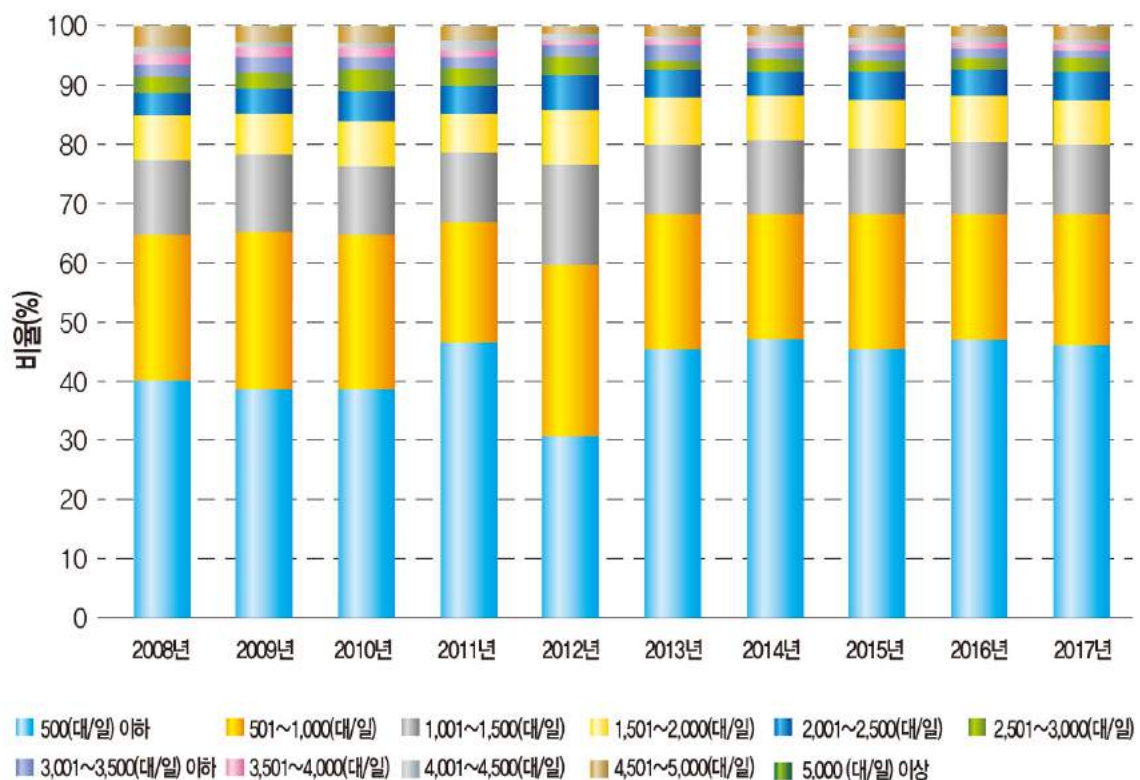
위와 같이 결정된 각 상세조사구간의 포장 상태 등급은 보수공법 결정 기준표에 따라 결정된 최종보수공법의 참고 자료로 사용하였다.

도로 포장의 파손에 가장 크게 영향을 미치는 인자는 교통량이다. 따라서 도로 포장은 예상되는 교통량을 적정한 서비스 수준으로 통과시킬 수 있도록 설계되어야 한다. 도로 포장의 파손에 미치는

교통량의 영향은 각 차종의 축하중과 상관성이 높다. 즉, 축하중이 큰 중차량이 승용차보다 포장의 파손에 큰 영향을 미친다. 따라서 교통량은 축하중으로 산정될 수 있어야 하며 이들을 상대적으로 평가하기 위해 표준 축하중이 설정되고, 다양한 축하중이 표준 축하중으로 환산되어야 한다. 포장의 설계기간 동안 예상되는 차종별 교통량으로부터 환산한 표준 축하중의 통과량을 환산 축하중 교통량(ESAL)이라 하며 본 과업에서는 다음과 같이 결정하였다.

- 표준 축하중의 설정
- 축하중 조사와 축하중 환산 계수 산정

본 과업에서 적용된 환산 축하중 교통량은 국내에서 실시하는 교통량 조사 중 가장 오래된 것이며, 조사 지점이 가장 많기 때문에 가장 신뢰할 수 있다. 국토교통부에서 매년 발간되는 ‘도로 교통량 통계 연보’를 기준으로 연 평균 일 교통량(AADT)과 축하중 환산 계수를 고려하여 환산 축하중 교통량(ESAL)을 계산하였다. 최근 10년간 일반국도의 환산 축하중 교통량 분포는 <그림 5>와 같다.



<그림 5> 연도별 환산 축하중 교통량(ESAL) 분포 현황(2008년 ~ 2017년)

제 / 6 / 장 최종 보수공법 및 보수 우선순위 결정

6.1 현장실사

자동장비를 이용하여 조사한 포장상태와 현장의 포장상태가 다를 수 있기 때문에 실제 현장의 상황을 최대한 반영하여 보수 및 보강 공법의 타당성을 재검토하는 것이 필요하다. 본 과업에서는 당해 연도 상세조사구간 및 특이구간에 대해 이러한 현장 상황의 변동을 확인하기 위해 현장실사를 실시하였다.

6.2 보수 공법 결정

도로포장관리시스템에서는 도로와 관련된 환경, 시간 등의 손실까지도 포함하여 모든 비용을 최적화하는 경제성 분석이 필수적이다. 따라서 효율적이면서도 경제성을 고려하여 최적의 보수공법과 우선순위를 결정하여야 한다. 일반국도 도로포장관리시스템의 도입 당시에는 포장의 노면상태와 구조적상태에 따라 보수대안을 결정하고, 이 보수대안과 한 단계 아래 공법, 한 단계 위의 공법을 차선책으로 보수를 하지 않는 것과 보수대안을 시행하는 것에 대한 경제성 평가 결과를 토대로 최적 보수대안을 결정하였다.

1990년대 후반 소성변형이 사회적인 문제로 대두되고, 이를 억제하기 위해 개발된 개질 아스팔트(PMA, Polymer Modified Asphalt) 포장과 SMA(Stone Mastic Asphalt) 포장과 같은 공법을 도입되었다. 또한 수막현상 감소, 교통소음 저감 등의 기능을 가진 배수성포장이 도입되면서, 2001년부터는 소성변형이 발생된 구간에는 개질아스콘 포장을 적용하고, 기능성 포장 적용 구간에는 배수성 포장을 우선적으로 적용하였다. 이를 제외한 나머지 구간에 대해서는 경제성 분석을 통해 보수공법과 우선순위를 결정하였다.

2005년에는 도로포장관리시스템 도입 당시 보수공법 결정 방법과 같이 경제성분석을 통해 보수 여부를 우선적으로 결정하였다. 또한 소성변형이 발생된 구간과 배수기능이 필요한 구간에 대해 개질아스콘 포장과 배수성 포장을 적용하는 것으로 보수공법 결정 방법을 변경하였다. 2006년

감사원 감사 결과에서는 본 보수공법 결정 방법에 대해 우선 보수가 필요한 구간을 먼저 선정하고, 잔여 구간을 대상으로 경제성 분석을 수행할 것을 권고하였다. 따라서 2007년 연구업무에서 전문가 패널을 구성하여 보수공법결정을 위한 균열 및 소성변형 기준값을 도출하고, 보수공법 결정체계를 개선하였다. 2009년부터 배수성 포장은 품질이 기준(시공, 재료)에 미치지 못하여 보수공법에 적용하는 것을 잠정적으로 보류하고, 품질이 향상되면 시험포장을 통한 평가 후 적용하기로 결정하였다. 본 과업에서는 자문회의(서면자문 포함)를 통하여 균열보강+5AC공법을 균열률 35%에서 30%로 하향조정하였다. 특수포장에 해당하는 두 가지 공법(섬유그리드 또는 개질아스콘, 절삭+5AC 또는 현장재생)을 단일 공법(균열보강+5AC, 현장재생)으로 적용하였다.

일반국도에 처음으로 적용한 특수포장공법은 SMA 포장으로 1998년 수원 국도 39호선 비봉 지구에 적용하였다. 비봉 지구는 인근 석산이 9개가 밀집되어 중차량의 통행량이 매우 많아 매년 심각한 소성변형이 발생하여 소파보수를 실시하던 곳이다. 1997년 현장 조사를 실시한 후 1998년 5월에 시험시공을 실시하였다. 이후 시험시공으로 5개청 5개소에 SMA 포장과 PMA 포장 공법을 적용하였고, 1999년에는 SMA와 PMA 포장 공법을 소성변형이 많이 발생한 구간에 확대 적용하였다. 2000년에는 SMA와 PMA 포장 공법 외에 CRM(Crumb Rubber Modified Asphalt) 포장, PBS(Phonix Bitumen Stabilizer) 포장, 슈퍼페이브(Superpave)입도 포장 등을 적용하였으며, 기능성 포장인 배수성 포장도 시험 적용하였다. SMA 포장은 소성변형에 강한 개질아스콘 혼합물로 균열저항에도 상당히 좋은 것으로 나타나고 있다. 그러나 조립도 입도로 인하여 균열 발생 시 균열폭이 일반 밀입도 포장보다 크게 나타나므로 이에 대한 보수공법으로 균열실링으로 보수하는 것을 고려하는 것이 바람직하다. 2008년에는 섬유그리드 보강공법, 반강성 포장 시험시공을 실시하고, 2010년부터 예방적 유지보수 공법인 마이크로써페이싱(Microsurfacing) 공법에 대하여 시험포장을 실시하고, 추적조사를 실시하고 있다. 각 공법별 연도별 특수포장 적용 현황은 <표 2>와 같다.

일반국도 콘크리트 포장의 유지보수를 위한 다양한 종류의 콘크리트 계열 유지보수 재료의 현장 공용성 평가를 위하여 시험시공을 적용하였다. 콘크리트 포장 유지보수 구간에 대하여 현재 적용중이거나 최근에 개발된 재료를 시험 적용하였다. 2008년에는 초석경라텍스개질 콘크리트(VES-LMC : Very Early Strength-Latex Modified Concrete) 공법을 적용하였다. 2009년에는 철근 방청용 폴리머 모르타르(ACT-100), VES-LMC, SR 콘크리트 등 3가지 재료에 대한 시험시공을 실시하였다. 2010년에는 UFFA(Ultra Fine Fly Ash) VES-LMC와 VES-LMC, 2011년에는 PROCON, UFFA VES-LMC에 대하여 시험시공을 실시하였다. 2016년에는 콘크리트와 접착성이 강하고 방수가 잘되는 구스아스팔트 공법을 적용하였다.

〈표 2〉 연도별 특수포장 공법 적용 현황

(단위 : km)

보수년도	보수연장	개질 아스콘	배수성	현장재생	플랜트 재생	반강성	화이트 타핑	그리드 +5AC	기타
계	4,478.3	3,003.8	308.7	669.2	69.1	6.8	1.5	343.1	76.1
1998	70.7	67.7		3.0					
1999	135.1	129.1	1.0	5.0					
2000	269.1	257.2	7.4		4.5				
2001	244.5	204.4	34.3		5.6	0.2			
2002	191.2	153.1	22.5	8.6	7.0				
2003	326.5	204.8	55.4	55.4	10.9				
2004	337.6	180.7	82.4	51.8	14.3	0.4	0.4		7.6
2005	223.5	101.7	68.5	34.8	12.5				6.0
2006	177.7	101.4	34.3	30.8	10.4	0.4	0.4		
2007	121.8	85.8		31.7	3.9	0.2	0.2		
2008	94.5	43.8	2.9	42.3		1.3	0.5	3.7	
2009	38.0	12.5		13.1				12.4	
2010	105.8	8.5		40.7				51.2	5.4
2011	53.4	14.3		20.9		2.3		10.7	5.2
2012	116.4	67.0		30.5		0.4		14.5	4.0
2013	164.2	100.2		33.4		0.8		23.4	6.4
2014	135.8	63.1		39.5		0.4		25.2	7.6
2015	140.3	48.8		49.4		0.4		33.0	8.7
2016	289.9	211.0		37.7				34.4	6.8
2017	366.4	263.6		39.6				44.8	18.4
2018	471.7	349.0		72.5				50.2	
2019 (예정)	404.2	336.1		28.5				39.6	

6.3 보수 우선순위 결정

보수 우선순위 결정은 우선보수대상 구간을 제외하고, 경제성 검토가 필요한 구간을 대상으로 다음과 같은 기준으로 수행하였다. 경제성 검토 대상은 5cm 덧씌우기 대상구간 중 균열 10% 이상 ~ 28% 미만, 러팅 10mm 이상 ~ 15mm미만 구간으로 본 보수공법을 차기년도에 수행하는 것과 수행하지 않는 것에 대한 분석기간 5년 동안의 총 비용의 차이, 즉 할인율 3%를 고려한

순현재가치(NPV)로 보수 우선순위를 결정하였다. 경제성 분석에는 세계은행에서 개발한 HDM-4 (Highway Design and Maintenance Standards Model-4) 프로그램을 이용하였다.

5.3.1 차량운행비 분석

차량운행비(VOC : Vehicle Operating Cost)는 유지보수 작업으로 인한 이용자 비용의 절감을 추정하는 근거가 되며, 도로 유지보수의 효과 분석과 도로 사용자 편익 산출에 중요한 기초가 된다. 그러나 우리나라에는 실질적인 차량 속도, 도로 표면, 선형 조건에 따른 운행비 변동에 대하여 세부적인 자료들이 없는 실정이다. 차량운행비 모델의 분석을 위해서 대표차량 특성값, 도로 및 비용 관련 자료 등을 바탕으로 HDM-4 프로그램을 통해 각 상세조사구간별 차량운행비용을 산정하였다.

5.3.2 경제성 분석

경제성 평가 방법에는 크게 1) 할인된 총 건설비용과 편익의 차이인 순현재가치(NPV)를 이용하는 방법, 2) 비용과 편익을 같게 하는 할인율을 찾는 내부 수익률(IRR) 방법, 3) 편익과 비용의 비율을 이용하는 편익비용비(B/C) 방법이 있다. 위 방법 중 HDM-4 프로그램에서는 NPV와 IRR을 계산할 수 있다. 하지만 IRR의 경우 비용과 편익을 같게 할 수 없는, 즉 해가 없는 경우가 발생하므로 분석이 안정적이지 않다. 따라서 본 과업에서는 NPV를 기준으로 경제성 분석을 실시하였다.

HDM-4 프로그램에는 경제성 분석 대상 구간의 현장 조사 자료, 유지보수이력, 교통량 등의 각종 조사 및 수집 자료를 입력한다. 순현재가치(NPV)는 각 구간별로 차기 연도에 보수를 시행하는 것과 시행하지 않는 것에 대한 분석기간 5년 동안의 총 비용의 차이로 계산한다. 분석 결과 NPV가 (+)이면 2019년에 보수를 시행하는 것이 경제적으로 바람직하고, NPV가 (-)이면 2019년 이후에 보수를 시행하는 것이 바람직하다는 것을 의미한다.

5.3.3 보수 우선순위 결정 및 예산 분석

보수 우선순위 결정은 우선보수구간과 경제성 분석 대상 구간에 대해 결정된 NPV를 기준으로 결정한다. 우선보수구간을 제외한 보수예정 구간에 대한 경제성을 상대적으로 비교하기 위해 분석구간의 단위 연장에 대해 결정된 NPV가 큰 순서로 시행 우선순위를 결정한다. 최종 보수구간은 차기연도의 보수예산인 약 1,759억원에 맞추어 보수 우선순위에 따라 시행 가능한 구간을 결정하였다.

제 / 8 / 장 결론

8.1 결 론

2018 도로포장관리시스템 사업을 수행하고, 이와 관련된 업무 내용을 요약하면 다음과 같다.

(1) 조사대상구간 선정

국토교통부에서 직접 관리하고 있는 11,674km 중에서 조사대상구간 선정 기준을 고려하여 3,412km(2차로 환산 5,215km)의 조사대상구간을 선정하였다.

(2) 조사대상구간 현장조사

조사대상구간에 대하여 장비조사(노면평가조사장비 : PES1, PES2)를 실시하여, 균열률, 소성변형, 종단평탄성을 기준으로 구간별 포장 결함 상태 등급을 결정하였다.

(3) 동질성구간 분할과 상세조사구간 및 특이구간 선정

조사대상구간의 노면 상태 조사 결과, 교통량 및 유지보수 실적을 노선 상황표에 추가하여 사전 조사 결과가 양호한 구간, 교통량이 적은 구간, 최근 유지보수를 시행한 구간 등을 고려하여 상대적으로 균질한 구간을 동질성 구간으로 분할하였다. 이러한 방법을 통하여 2,085개소 2,191km(2차로 환산 3,424km)의 상세조사구간을 선정하였다.

(4) 상세조사구간 및 특이구간 현장조사

각 상세조사구간에 대하여 도로 포장 조사 장비(HWD, GPR)를 이용하여 포장의 지지력, 포장의 두께 등 포장의 구조적·기능적 상태를 조사하였다. 소성변형으로 인한 특이구간은 현장 코어를 채취하여 포장 상태를 확인하여 보수공법을 결정하였다.

(5) 포장 결함 등급 및 환산 축하중 교통량 결정

상세조사구간 전체에 대하여 포장 결함 상태(VI 등급)를 파악하고, 처짐량 조사를 통하여 포장체의 지지력을 검토하여 포장의 표면 상태와 구조적인 능력을 고려한 포장 품질 등급(Q 등급)을

결정하였다. 포장 상태 등급은 Q1부터 Q9까지 9등급으로 나누어지며 Q1은 노면의 상태가 양호하고, 지지력도 양호한 상태를 말하며, Q9는 노면이 많이 파손되고, 지지력도 상당히 저하된 상태를 말한다.

(6) 현장 실사

결정된 보수 및 보강 공법의 타당성을 검토하고, 보완하기 위하여 각 상세조사구간 및 특이구간에 대해 현장조사를 실시하였다.

(7) 최종 보수 공법 및 보수 우선순위 결정

표면 결함 상태(균열, 소성변형, 종단평탄성), 종단선형, 평명선형, 교통량, 차량유지비, 기타 차량 계수 등 각종 자료를 HDM-4의 부모모델인 차량운행비 분석 모델에 입력하고, 그 결과를 이용하여 경제성을 분석하였다. 경제성 분석은 포장상태가 불량하여 반드시 보수가 필요한 우선보수대상 구간을 제외한 나머지 구간, 즉 5cm 텃씩우기 대상구간 중 균열 10% 이상 ~ 28% 미만, 러팅 10mm 이상 ~ 15mm미만 구간에 대하여 실시하였다. 순현재가치(NPV)는 HMD-4 프로그램을 이용하여 보수공법을 2019년도에 수행하는 것과 수행하지 않는 것에 대한 분석기간 5년 동안의 총 비용의 차이에 할인율 3%를 고려하여 계산하였다. 최종 보수 우선순위는 NPV가 큰 순서대로 차기 예산을 고려하여 결정하였다.

(8) 전국 일반국도포장 노면 상태 조사 및 분석

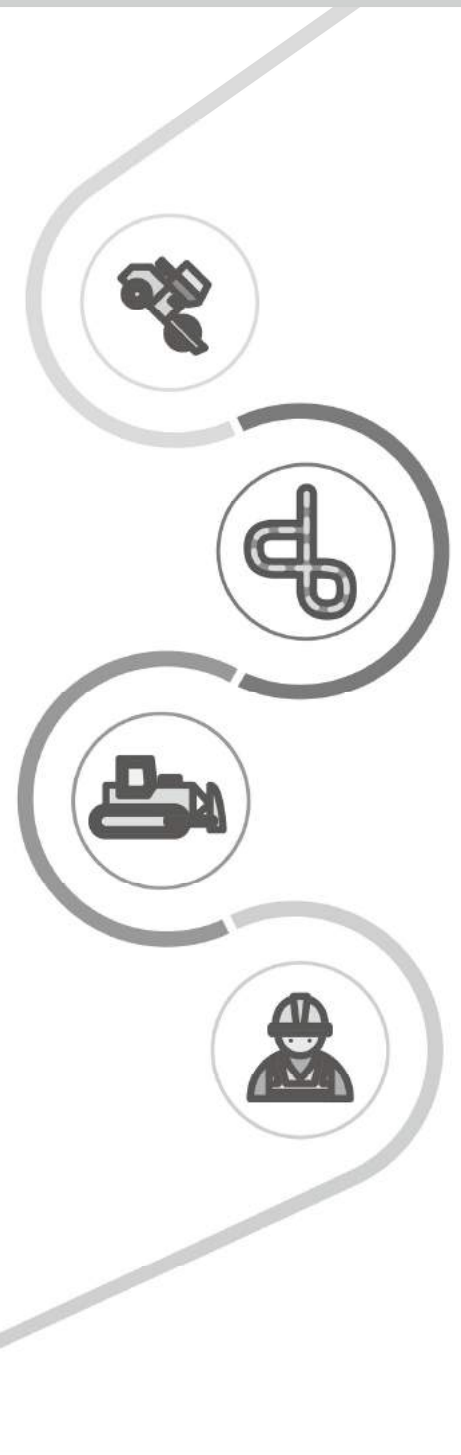
전국 국도 중 국토교통부에서 관리하고 있는 약 11,674km에 대하여 5km 구간마다 1km씩 약 2,401km의 노면상태를 노면평가조사장비(PES1)로 조사하고, 분석하였다.

(9) 연구 업무

본 업무를 수행하면서 일반국도유지보수 체계를 개선·발전시키고자 1991년부터 분석 업무와 함께 연구 업무를 수행하고 있다. 2018 도로포장관리시스템에서 수행한 연구 업무는 별책 보고서로 작성하였다.

제 / 1 / 장

서 론



제 / 1 / 장 서 론

1.1 과업의 배경

도로, 철도, 항만, 공항, 통신 등 현대의 수송 시스템은 국민 생활환경과 산업 활동의 기반시설로서 경제발전의 우위를 가름하는 국력의 지표로 고려될 만큼 그 역할이 더욱 중요하게 인식되고 있다. 세계화, 국제화 및 국민 경제의 규모 증대에 따라 물동량이 대형화, 다양화되고, 보다 신속한 수송이 요구되고 있어 그 중요성이 더욱 강조되고 있다. 이 중 도로는 국토의 대동맥으로써 우리나라 수송량의 약 80% 정도를 분담하며 경제성장의 주역으로 자리매김하였다. 도로의 포장 상태는 도로 이용자의 승차감과 안전은 물론 차량의 손상, 에너지의 소비와 유지보수로 인한 지체비용 등 사용자 비용에도 직·간접적으로 영향을 미친다. 사람과 물류의 빠르고, 안전한 이동을 담당하는 도로의 상태는 시간이 지남에 따라 저하되기 때문에 적절한 유지관리가 이루어져야 한다. 1970년대 이후 급격한 산업화에 따른 교통량의 증가, 중차량의 증가와 같은 직접적인 요인과 집중호우 및 강설 등 환경변화에 따른 간접적인 요인에 의한 포장파손의 가속화 및 도로 관리연장의 증가로 유지관리에 필요한 비용이 점차 증가하게 되었다. 반면에 도로포장 보수는 심각한 파손이 발생하여 포장의 상태가 매우 나쁜 구간을 관리자가 임의로 선정하여 우선 보수하는 보수전략을 사용하였다. 따라서 보수예산의 편성근거가 명확하지 못하고, 체계적인 보수전략의 수립에 어려움을 겪는 문제가 발생하게 되었다. 이에 따라 합리적이고, 체계적인 도로포장관리시스템의 도입이 필요하게 되었다. 1990년대 이후 근래의 도로정책목표는 부족한 도로시설의 확충에서 기존시설의 운영효율을 극대화하는 도로관리 운영정책의 도입에 주력하게 되었으며, 국토교통부에서는 일반국도 포장의 효율적인 유지관리를 위해 1989년부터 외국에서 도로조사장비와 분석 시스템을 도입하여 운용하고 있으며, 국내 실정에 보다 적합한 합리적이고, 경제적인 도로포장 관리체계로의 개선을 위해 최선의 기술을 적용하여 지속적인 연구를 진행하고 있다.

1.2 과업의 목적

본 과업의 목적은 국도유지보수 예산을 효율적으로 활용하고, 일반국도 포장노면상태를 적정수준 이상으로 유지하기 위하여, 조사대상구간을 선정하고, 자동화된 포장조사장비를 이용하여 현장조사를 실시한 후 경제성 및 예산 분석을 통하여 최적의 보수·보강 공법 및 시행 우선순위를 결정한다. 또한 과업수행에 필요한 연구업무를 통하여 일반국도 도로포장관리 시스템을 개선한다.

1.3 과업의 내용 및 범위

● 조사 및 평가업무

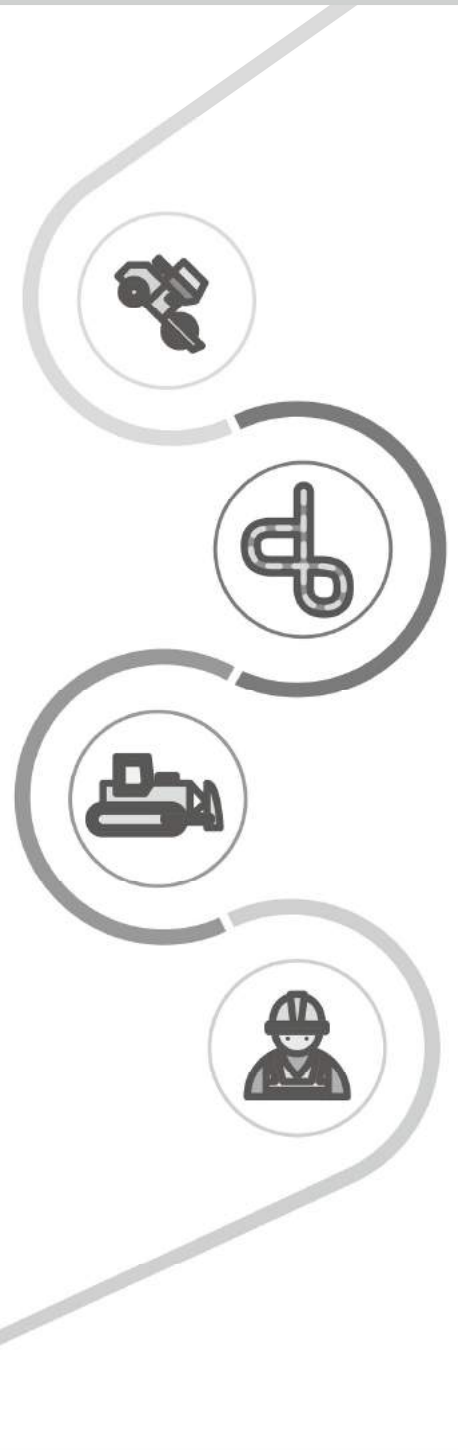
- 일반국도 13,983km 중 3,412km(2차로 환산연장 5,215km)의 조사대상구간에 대하여 노면 상태조사를 수행하고, 이 중 2,191km(2차로 환산연장 3,424km)에 대하여 각종 조사 장비를 이용한 상세조사 및 역학적인 조사를 수행하였다.
- 조사결과를 분석하여 차기년도에 보수가 필요한 구간에 대한 최적 보수·보강 공법 및 우선순위를 결정하였다.
- 전국 일반국도 포장 노면상태 평가를 위한 현장조사 및 분석을 실시하였다.
(전국 일반국도 포장 노면상태 조사 및 분석)
- 지방국토관리청(국토관리사무소 및 도로관리사업소 포함)에서 요청되는 현장조사·분석업무 등을 실시하였다.(기타업무)
- 각종 대장 및 일반국도 포장 데이터베이스를 갱신하고, 도로관리연장, 도로현황조서, 도로유지보수실적 등 연도별 도로자료를 작성하였다.

● 연구업무

- 본 업무를 수행하면서 일반국도유지보수 체계를 개선·발전시키고자 1991년부터 분석 업무와 함께 연구 업무를 수행하였다. 2018 도로포장관리시스템에서 수행한 연구 업무는 별책 보고서로 작성하였으며 요약내용은 다음과 같다.
 - 일반국도 보수·보강 공법 결정 체계 개선 연구

제 / 2 / 장

일반국도 포장관리시스템



제 / 2 / 장 일반국도 포장관리시스템

2.1 일반국도 현황

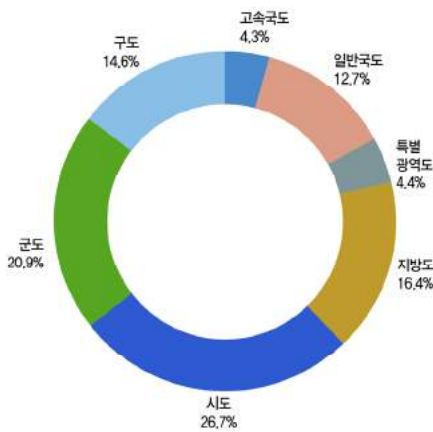
2.1.1 연장 현황

우리나라 도로망은 전국의 주요도시를 연결하는 고속국도 및 일반국도를 주축으로, 지역내 생활권을 연결하는 일반지방도 및 시·군도 등이 상호 연결되어 도로망을 형성하고 있다. 이 중 일반국도는 도로법상 주요도시, 지정항만, 주요 비행장 또는 관광지를 연결하는 국가기간 도로망으로 정의된다. 현재와 같은 도로등급체계는 1938년 조선 도로령의 제정에 따라 일반국도, 일반지방도, 부도, 읍면도로 구분하여 현재의 도로체계 구분의 근원이 되었다. 광복당시 우리나라 도로 총연장은 24,000km이었으며, 일반국도는 5,200km에 포장률 0.03%에 불과하였다. 해방이후 1963년 일반국도에 대한 노선이 제정되어 오늘날 일반국도 노선의 근간이 되는 일반국도 노선지정이 이루어지게 되었다. 이후 여러 차례에 걸쳐 노선이 개정되었고, 최근 개정된(2012년 1월) 일반국도 노선지정령에 의하면 일반국도 노선은 총 77개 노선으로 남측에 51개 노선이 남북방향 27개 노선, 동서방향 24개 노선으로 구성되어 있으며, 북측에는 26개 노선이 있는 것으로 되어있다.¹⁾

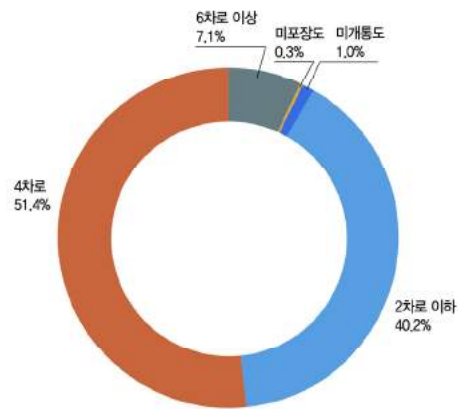
일반국도는 2017년 말 기준 총 연장은 13,983km로 전체 도로연장 110,091km의 12.7%를 차지하고 있으며, 포장구간의 연장은 13,810km로 98.8%를 차지하고 있다. 1980년대 후반 이후 일반국도 확장사업이 지속적으로 시행되어, 2차로 이하의 연장은 5,623km로 일반국도 전체 연장 중 40.2%를 차지하고 있으며, 4차로 연장은 51.4%, 6차로 이상의 연장은 7.1%로서, 일반국도 중 4차로 이상이 58.6%를 차지하고 있다. <그림 2.1>과 <그림 2.2>는 도로 등급별 현황과 일반국도 차로별 현황을 나타낸다.²⁾

1) 도로백서, 2011, 국토교통부

2) 도로현황조사, 2018, 국토교통부



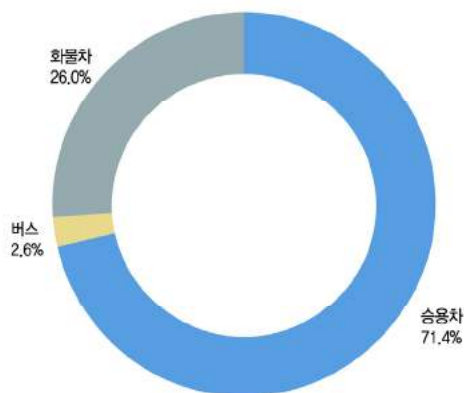
〈그림 2.1〉 도로 등급별 현황



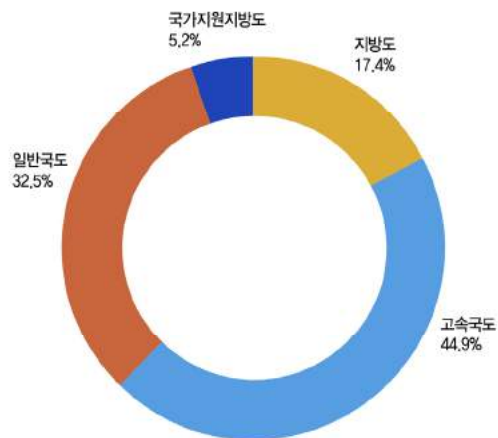
〈그림 2.2〉 일반국도 차로별 현황

2.1.2 교통 현황

일반국도의 2017년 말 현재 평균 일 교통량은 14,921(대/일)로 2016년 14,525((대/일)에 비해 2.7% 증가하였다. 차종별로는 승용차가 10,648(대/일)로 71.4%를 차지하고 있으며, 버스 2.6%, 화물차가 26.0%를 차지하고 있다.³⁾ 일 평균 차량주행거리⁴⁾는 500,586(천대 · km) 중 일반국도가 전국의 32.5%를 담당하고 있으며, 고속국도 44.9%, 지방도 17.4%, 국가지원지방도 5.2% 순으로 담당하고 있다.



〈그림 2.3〉 일반국도 차종별 교통량



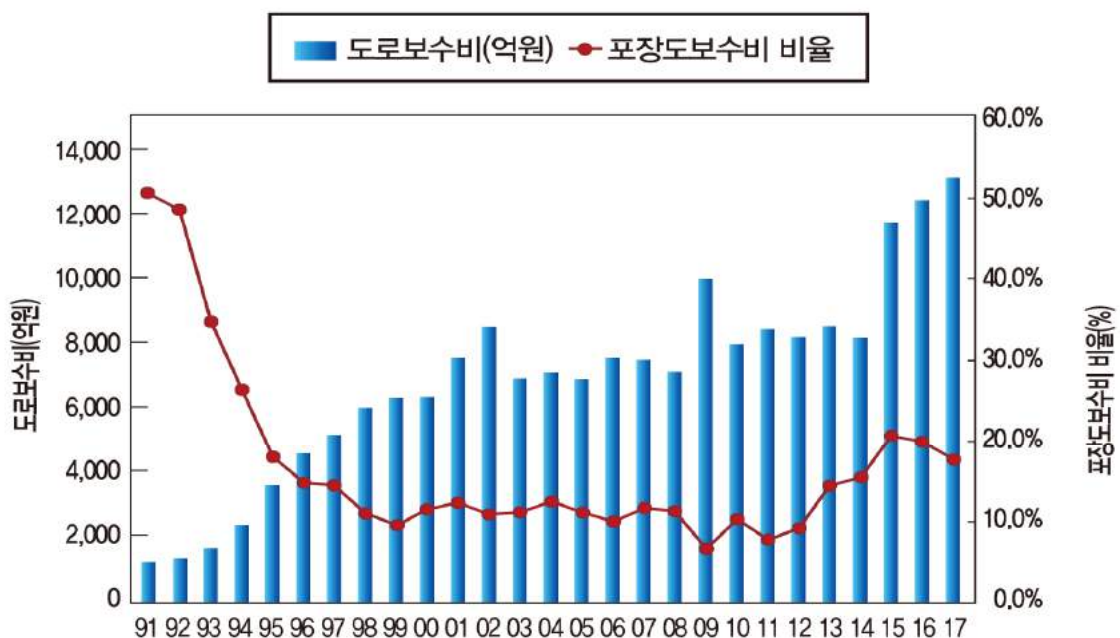
〈그림 2.4〉 도로 등급별 주행거리

3) 2017 도로교통량통계연보, 2018, 국토교통부

4) 주행거리 = $\sum (\text{도로 등급별 해당 구간의 평균 일교통량} \times \text{해당 구간 연장})$

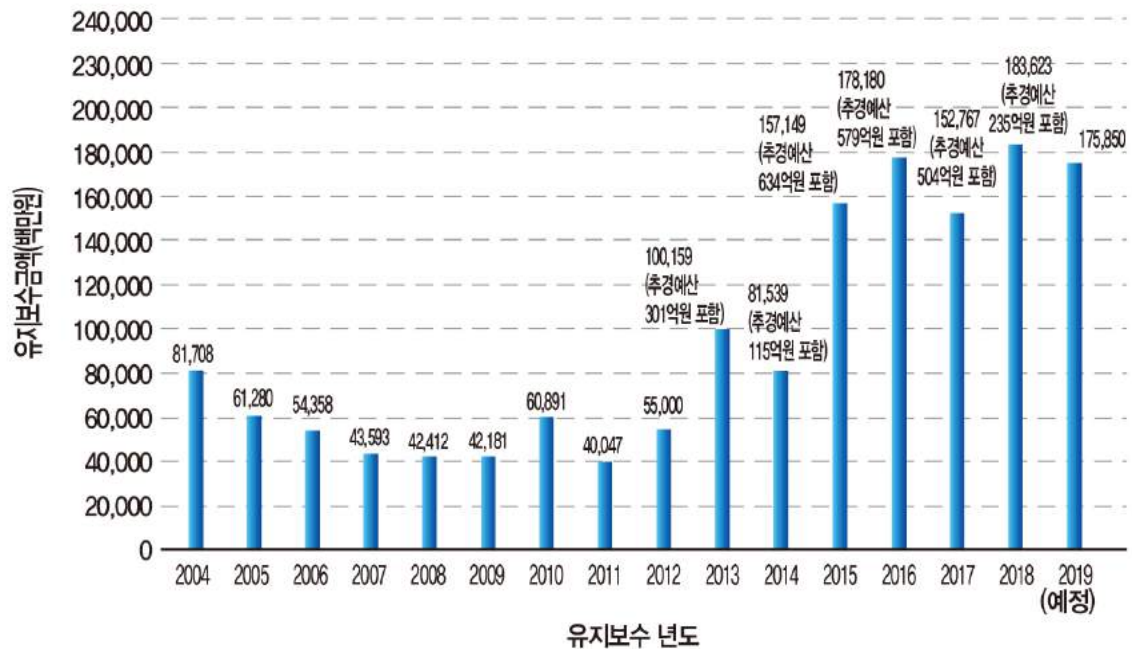
2.1.3 포장도보수비 현황

전체 일반국도의 도로보수비(포장도 보수, 구조물 보수 등 포함)는 1991년에 1,223억 원에 불과하였으나 <그림 2.5>와 같이 2000년대 초반까지 꾸준히 증가하여 2002년에는 약8,000억 원을 넘었다. 이 후 도로보수비는 7,000~8,000억 원 수준을 꾸준히 유지하고, 2017년에는 1조 3,131억 원으로 1991년 대비 약 10배 증가한 것으로 나타났다. 포장도보수비(표면처리, 소파보수, 덧씌우기, 재포장 비용 포함)는 1991년 620억 원으로 전체 도로보수비의 50.7%를 차지하였으나, 포장도보수비가 차지하는 비율은 1999년까지 급격히 감소하였다. 이후 포장도보수비 비율은 2008년까지 약 10% 정도로 비슷하게 유지하다 2009년 말 일시적으로 6.5%로 낮아졌으나 이후 약 10~20% 수준으로 다소 회복하였다. 2017년 포장도보수비는 2,320억 원으로 포장도보수비 비율은 17.7%로 1991년 수준의 약 1/2로 감소하였다.



<그림 2.5> 연도별 도로보수비에 대한 포장도보수비 비율 현황

일반국도 도로포장 유지관리비(포장도 보수비 중 예방적유지보수 와 덧씌우기 비용)는 2004년 817억에서 <그림 2.6>과 같이 꾸준히 감소하여 2007~2011년(2010년은 제외)에는 400억 원 초반까지 감소하였다. 이 후 도로포장 유지관리비가 2017년에는 추경예산 포함하여 1,528억 원(미 포함시 1,024억 원)으로 281.5% 증가하였고, 2018년에는 추경예산 포함하여 1,836억 원(미 포함시 1,602억 원)으로 전년 대비 20.2% 증가하였다. 여전히 도로포장 유지보수에 많은 예산이 필요 할 것으로 판단된다.



〈그림 2.6〉 연도별 일반국도 도로포장 유지보수비 변화

물가상승률을 고려한 포장도보수비 변화를 살펴보기 위하여 2017년도 기준 가치로 환산한 연도별 포장도보수비를 〈그림 2.7〉에 나타내었다. 여기서 물가상승률은 평균 3%로 가정하였다. 환산된 포장도보수비는 도로포장관리시스템이 시행된 이 후 지방도와 시도 등이 일반국도로 승격된 2001년을 제외하고, 꾸준히 감소하는 경향을 나타내었다. 일반국도 관리 연장의 증가를 고려하기 위하여 포장도보수비를 전체 일반국도 연장으로 나눈 2차로 환산 km당 포장도보수비는 〈그림 2.8〉과 같다. 연도별 2차로 환산 km당 포장도보수비는 도로포장관리시스템의 도입되었던 1991년 1천 6백만 원에서 2017년 말 기준 약 1천만 원으로 감소하였다. 이러한 포장도보수비의 감소는 2차로 위주의 일반국도가 4차로 이상으로 확장되어 차로당 교통량이 감소하였고, 포장두께의 증가로 인한 지지력 향상과 더불어 도로포장관리시스템을 통한 효과적인 도로포장관리가 이루어졌기 때문이라고 판단된다. 하지만 최근 들어 발생하는 기후변화로 인한 포트홀과 같은 포장파손을 억제하기 위해서는 예방적 유지보수 강화를 위한 포장도보수비 예산 확대가 필요할 것으로 판단된다.



〈그림 2.7〉 연도별 포장도보수비 변화(2017년 기준 가치)



〈그림 2.8〉 연도별 2차로 환산 km당 포장도보수비 변화(2017년 기준 가치)

도로가 적고, 이용자도 한정되어 있을 때는 경제활동이 활발하지 않았기 때문에 도로의 유지관리가 사회생활에 차지하는 범위가 크지 않았다. 그러나 오늘날과 같이 자동차 증대에 따라 도로의 규모가 개선되어 주행속도가 높아지고, 수송량도 많아져 다양한 도로이용 상태에서 사회구조가 구성되어 가면서 도로의 상태가 사회에 미치는 영향이 점점 커지고 있다. 또한 각종

시설과 교통관리시스템이 사용되고 있는 도로의 유지에는 특별한 기술이 필요하다. 이러한 도로는 복잡하고, 서로 다른 기술이 결합되어 많은 시설과 설비, 조직 등이 전체 시스템으로 구축되어 있으며, 이것을 운용하는 소프트웨어에 따라 효과적인 성능을 발휘할 수 있다.

도로포장은 차량과 환경의 영향으로 공용성이 저하되므로 항상 안전하고, 쾌적한 주행성을 제공하기 위해서는 적시 적절한 유지보수를 계획적으로 하는 것이 매우 중요하다. 또한 앞으로 관리도로의 증가에 비해 관련 예산은 축소할 것으로 예상됨에 따라 효과적인 도로포장 유지관리가 필요하다. 이러한 다양하고, 복잡한 유지관리의 합리적인 운용을 개인의 경험과 감각에만 의존하기에는 한계가 있다. 개인적으로는 경제적이고, 효율적이라 생각할 수도 있지만, 전체적으로는 비경제적인 면을 발견하지 못하는 경우도 있다. 이러한 불합리한 면을 찾아내어 효과적으로 포장의 서비스 성능을 확보하기 위해서는 포장의 관리를 총체적으로 시스템화할 필요가 있으며, 이를 구체화한 것이 포장관리시스템(PMS)이다.

포장관리시스템은 자동차 교통이 발달한 미국에서 1970년경부터 연구개발 되었고, 현재는 여러 국가에서도 활발히 연구개발이 진행되고 있다. 이 시스템은 포장에 관계되는 계획, 설계, 건설, 유지, 보수, 평가, 자원, 편익, 연구 등 많은 복잡한 프로젝트를 종합적, 체계적으로 이용하여 공용기간 중의 도로를 관리하는 것이다. 시스템의 최대 특징은 계획과 설계 단계부터 설계기간 내의 포장 이용자에 대한 서비스를 일정하게 유지시키기 위한 비용, 이른바 도로와 관련된 환경, 시간 등의 손실과 유지비의 합계를 최적화하는 경제해석이 중심이 되고 있다. 각각의 보조시스템은 고정적인 것이 아니고, 시스템을 구성하는 많은 보조시스템들이 결합하여 각각의 실시 수준에서 계획이 이루어지며, 크게 보면 개별사업수준(Project Level)과 도로망수준(Network Level)으로 구분된다. 예를 들면, 설계 보조시스템은 각 사업(Project)별로 재료, 교통, 기후, 비용 등에 관한 정보를 수집하여 설계대안작성과 분석 그리고 개별사업수준에서의 실시계획의 최적화(안)을 선정하게 된다. 이 계획은 기타 많은 실시계획과 함께 도로망수준에서의 평가에 따라 우선순위 결정방법에 따라 우선순위가 객관적으로 결정되고, 구체적인 계획과 예산 산정 등이 이루어진다. 이와 같이 계획된 프로젝트가 실행된 후 효과는 포장관리시스템 중에서 가장 중요한 평가시스템으로 평가되어야 한다. 평가 보조시스템은 포장 특성을 정기적으로 조사하고, 조사 자료를 자료은행에 축적하고, 자료를 사용하여 포장 기능의 평가, 유지 프로그래밍, 기술개발 등 포장의 효과를 평가하여 각 보조시스템에 피드백하여 다음 단계의 자료로 활용하고, 항상 최신 자료를 통한 효과적인 운용 정보를 제공한다.

포장관리시스템은 포장과 관련된 다양한 활동을 장기적으로 최적화하여 실행하고, 그 효과의 실측을 통해 시스템의 예측모델을 평가하고, 개량하여 다음 계획에 적용함으로써 그 신뢰성을 점차 향상시켜 나갈 수 있다.

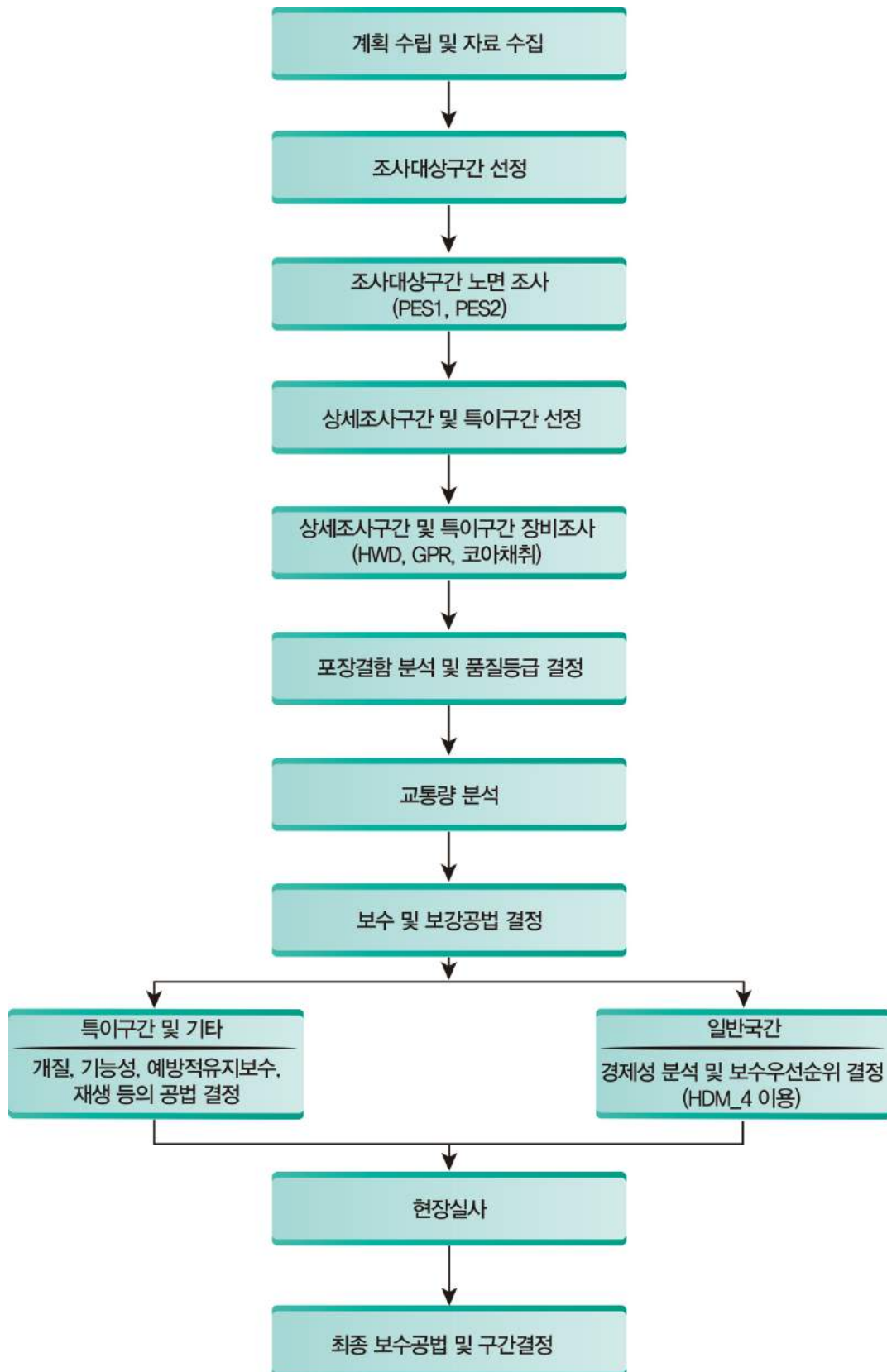
2.3 일반국도 포장관리시스템 현황

국도교통부는 일반국도 도로포장 유지 예산의 효율적 활용과 포장의 적정한 상태 유지를 위하여 1986년 11월 용역단(삼우기술단 / BCEOM-LCPC-KCI)을 지정하여 일반국도유지보수 조사 사업의 단계적인 작업에 착수하도록 하였다. 이 용역단은 전국적으로 306개의 대표 구간을 정하여 도로 상태를 예비 평가하였고, 전체 포장도로의 약 10%에 해당되는 1,075km 연장에 대한 본격적인 상태조사를 수행하였다. 1차 사업 이후 삼우 기술단의 기술진만으로 재편성된 용역사와 국립건설시험소에 의해 4차에 걸친 조사 사업이 수행되어 전체 일반국도의 도로망을 일순하는 상태조사가 완료되었다. 한국건설기술연구원은 1991년부터 1993년까지 3단계 기술이전사업을 통해 일반국도 유지보수조사 분석업무의 모든 내용을 기술 이전 받았으며, 1999년 1월 국립건설시험소와 통폐합되어 일반국도 유지보수조사의 모든 업무를 독자적으로 수행해오고 있다.

현재 수행되고 있는 도로포장관리시스템은 매년 약 4,000km(2차로 환산) 일반국도에 대하여 조사대상구간을 선정하고, <그림 2.9>의 노면평가조사장비(PES1,2 : Pavement Evaluation Surveyor1,2)를 이용하여 포장상태자료(균열, 종단평탄성, 소성변형 등)를 수집하고, 교통량 및 보수이력 등을 고려하여 상세조사구간에 대한 포장 상태 등급을 결정한다. 아스팔트 콘크리트 포장 구간의 보수공법 선정 절차에 따라 보수공법을 결정하고, 현장실사를 통해 이를 재검토한다. 이때, 파손이 심각한 구간이나, 재생공법, 기능성포장 등이 필요한 구간은 다른 공법 결정 논리를 적용하게 되며, 최종적으로 경제성 분석을 통해 결정된 보수공법의 보수우선순위를 결정하고 있다. <그림 2.10>은 전체적인 일반국도 포장관리시스템의 업무흐름을 나타낸다.

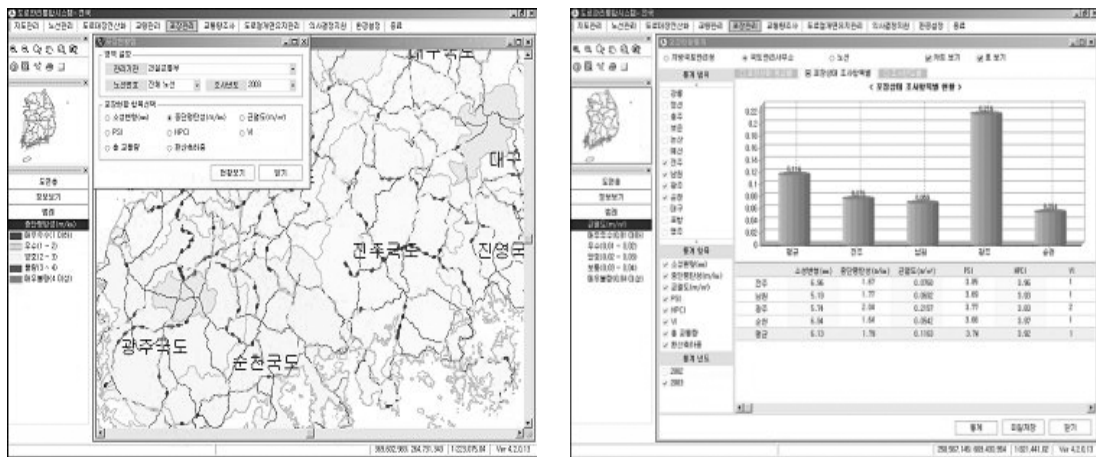


〈그림 2.9〉 포장상태 조사장비



〈그림 2.10〉 일반국도 포장관리시스템 업무흐름도

또한 정책결정과 일반국도 보수예산 편성 등의 업무에 활용할 수 있는 도로망수준 도로관리시스템의 기초적인 단계로 도로망수준 일반국도 포장 노면상태 조사 및 분석을 실시한다. 전체 일반국도를 종횡으로 관통하는 일반국도 51개 노선을 대상으로 5km당 1km씩 포장상태를 조사하여 지역별, 국토관리청별, 호선별 노면 상태 현황을 파악할 수 있도록 <그림 2.11>과 같은 프로그램을 이용하여 분석하고, 자료를 축적하고 있다.

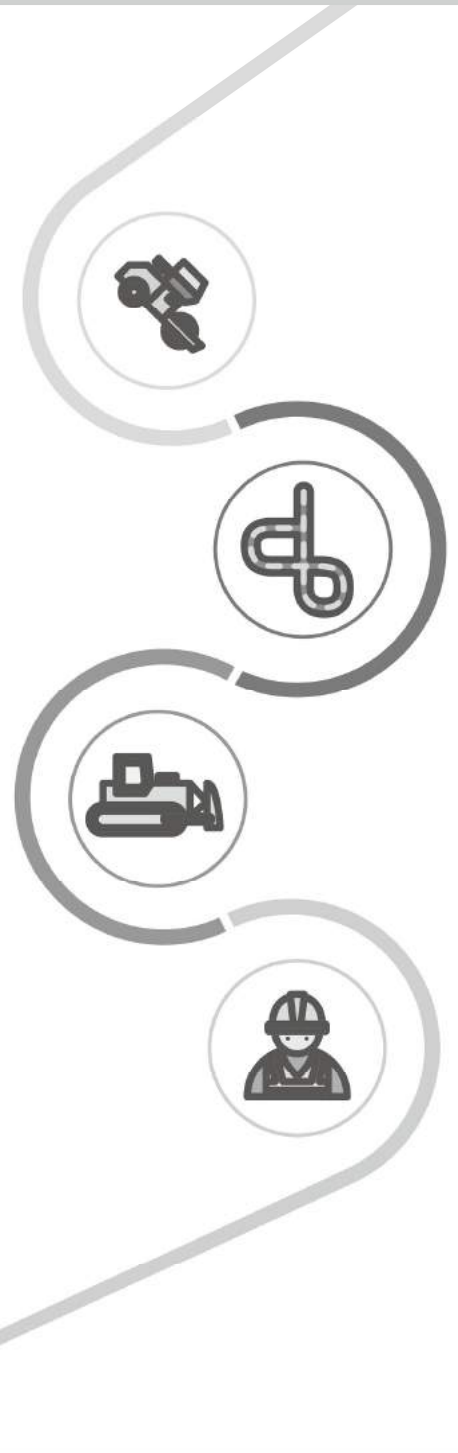


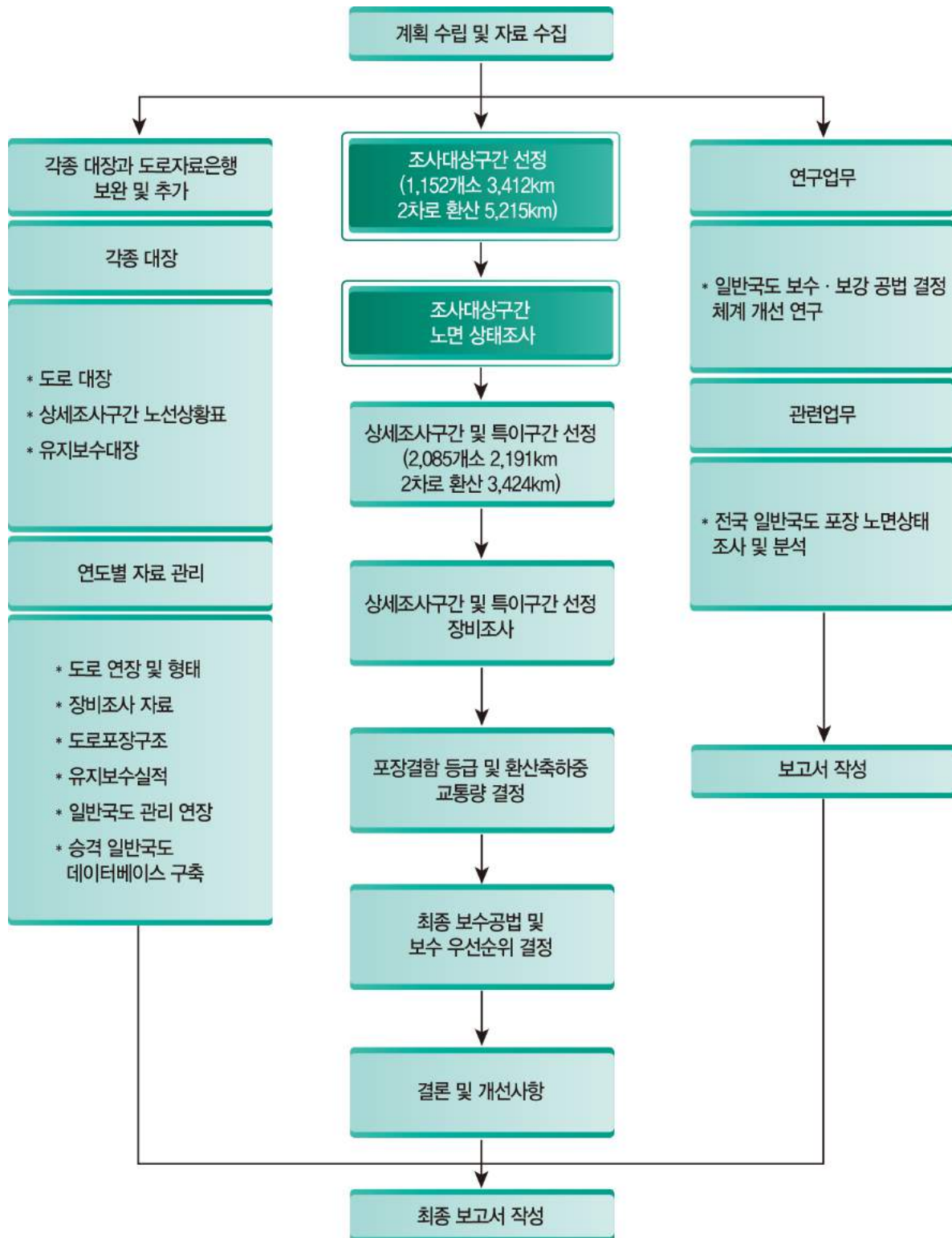
<그림 2.11> 전국 일반국도포장 노면상태 분석 프로그램

또한 일반국도 도로포장관리시스템을 개선하기 위해 특수포장공법의 도입, 포장상태 조사장비의 도입 및 개발, 포장관리시스템의 개선에 관한 연구를 수행하고 있다.

제 / 3 / 장

조사대상구간 선정 및 조사





제 / 3 / 장 조사대상구간 선정 및 조사

3.1 조사대상구간 정의

전체 일반국도 중 우선적으로 유지보수가 필요한 구간을 조사대상구간이라 하고, 매년 각종 자료의 변동 사항을 수정·보완하고, 조사대상구간 선정 기준에 따라 당해년도의 조사대상구간을 선정하였다.

3.2 조사대상구간의 선정

3.2.1 선정기준

조사대상구간의 선정 기준은 다음과 같이 설정하였다.

- 전체 일반국도 중 포장된 구간을 대상으로 한다.
- 시 관리 구간을 제외한 현재 국토관리사무소(도로관리사업소 이관도로 포함) 관리구간을 대상으로 한다.
- 전년도(2017년)에 조사 완료한 구간중 상태가 양호한 구간(1,020km)은 제외한다.
(단, 공법 변경 요청이 있는 구간은 포함한다.)
- 위 기준에 타당한 국토관리사무소(도로관리사업소 이관도로 포함)의 요청구간은 우선적으로 포함한다.
- 전년도(2018년)의 유지보수 구간(1,202km) 및 재분석 구간(26km)은 제외한다.
- 교통량 및 유지보수실적을 참고하여 선정한다.

3.2.2 자료 보완

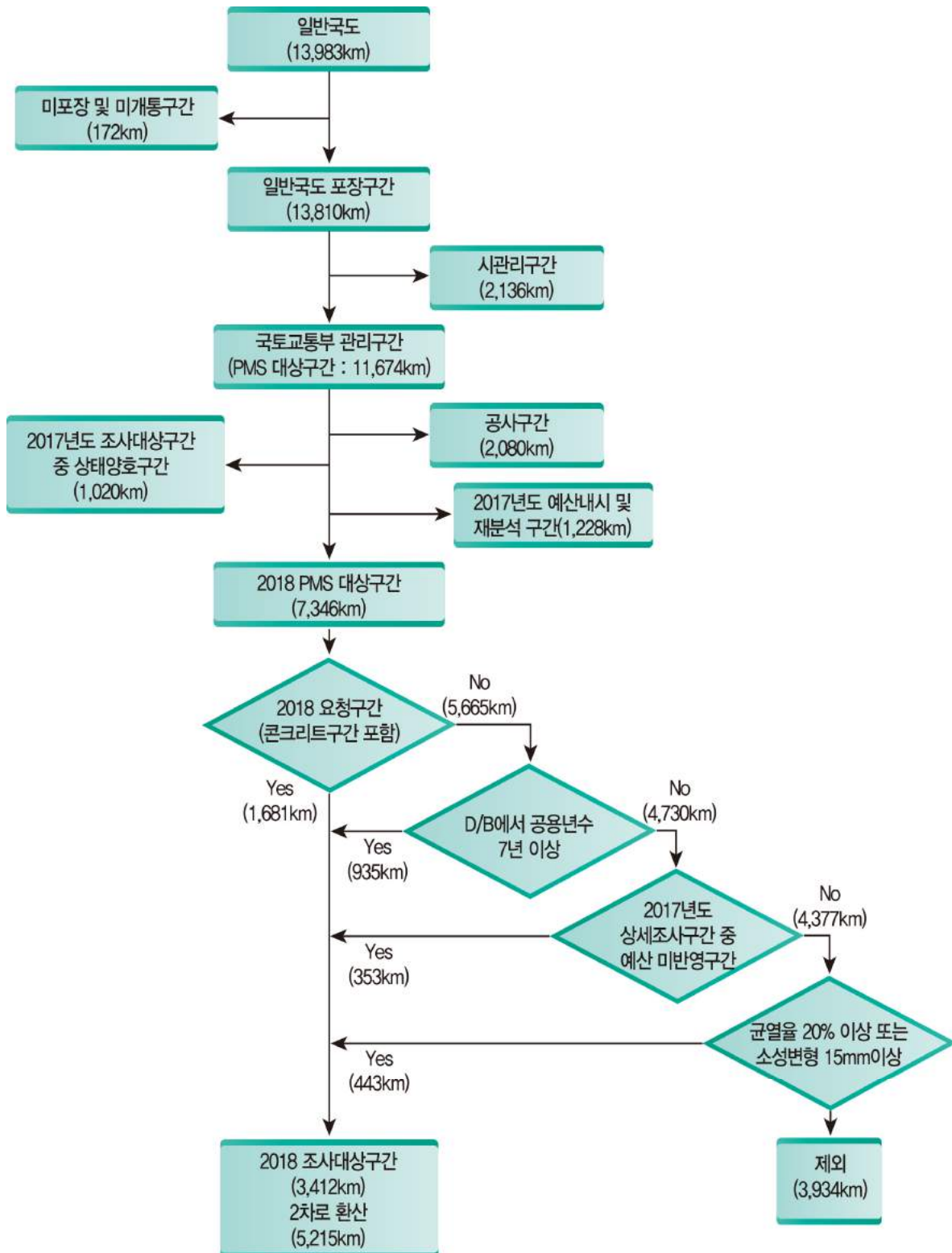
유지보수실적은 매년 연말에 각 국토관리사무소 및 도로관리사업소에서 국토교통부 도로운영과의 유지보수대장에 기입하고, 기입된 내용에 대하여 도로 대장에서 파악한 위치를

기준으로 도로 자료를 수정하였다. 일반국도의 4차로 공사 구간은 매년 연말에 계획하여 1월 중순경에 확정된다. 4차로 완공 구간과 공사 구간을 구분하여 국토교통부 도로운영과로부터 자료를 입수하였다. 이 자료와 지도 위치를 확인하고, 자료를 수정하였다. 조사요청구간은 조사대상구간 선정에 국토관리사무소 및 도로관리사업소의 실정과 상황을 반영하기 위한 것으로 각 국토관리사무소 및 도로관리사업소로부터 취합하여 도로 자료를 갱신하였다.

3.2.3 2018 조사대상구간 선정

포장도 보수 예산 상황과 현장 조사 작업 능력을 감안하여 조사대상구간 선정기준에 따라 선정된 조사대상구간 중 교통량과 유지보수실적을 고려한 우선순위에 따라 최종 조사대상구간을 선정하였다. 전체 일반국도는 13,983km로 이 중 미포장 및 미개통 구간(172km)과 시관리 구간(2,136km)을 제외한 국토교통부 관리 구간 일반국도(11,674km)가 조사대상구간이 된다. 여기서 공사구간⁵⁾(2,163km)과 2017년 조사구간 중 상태 양호구간(1,020km), 2017년도 예산내시 및 재분석구간(1,228km)을 제외하면 조사대상구간은 7,346km가 된다. 이 중 2018년 전체 요청구간(2,215km)에서 2017년 예산내시 및 재분석구간(534km)을 제외한 1,681km에 공용년수가 7년 이상 된 구간(단, 전국 일반국도 노면상태 평가 결과 균열률 5% 미만 및 소성변형 10mm 미만 구간은 제외) 935km, 예산미반영 된 구간(단, 일상유지보수 된 구간 및 요청구간에 포함된 구간은 제외) 353km, 전국 일반국도 노면상태 평가결과 균열률이 20% 이상, 소성변형 15mm 이상인 443km를 포함하여 2018년 조사대상구간 3,412km(2차로 환산 5,215km)를 선정하였다.

5) 2018 도로업무편람, 2018, 국토교통부



〈그림 3.1〉 2018년도 조사대상구간 선정 흐름도

〈표 3.1〉 2018년도 도로포장관리시스템 조사대상구간 총괄표

국 토 관리청	국토관리 사무소	국토교통부관리		조사 대상 구간 (개소)	조사대상구간	
		연장 (km)	비율 (%)		연장 (km)	2차로 환산연장(km)
서울청	수 원	455,386	3.9	108	248,561	479,620
	의정부	504,359	4.3	63	196,038	307,091
경기도도로관리사업소		154,321	1.3	6	27,608	36,152
소 계		1,114,066	9.5	177	472,207	822,863
원주청	홍 천	521,197	4.5	55	164,221	266,031
	강 릉	420,922	3.6	31	90,998	116,223
	정 선	329,078	2.8	36	83,416	97,111
강원도로관리사업소		474,800	4.1	26	93,030	99,226
소 계		1,745,997	15.0	148	431,665	578,591
대전청	충 주	374,073	3.2	33	86,538	151,279
	보 은	323,212	2.8	22	66,281	99,859
	논 산	361,793	3.1	36	80,218	156,028
	예 산	540,309	4.6	81	210,964	404,106
충북도로관리사업소		223,727	1.9	16	61,047	84,507
충남도로관리사업소		322,539	2.8	29	74,334	104,990
소 계		2,145,653	18.4	217	579,382	1,000,769
익산청	전 주	551,201	4.7	73	169,509	275,013
	남 원	425,602	3.6	28	90,451	126,527
	광 주	724,033	6.2	68	149,956	246,080
	순 천	557,913	4.8	89	309,661	474,680
전북도로관리사업소		247,969	2.1	24	114,059	127,845
전남도로관리사업소		559,657	4.8	23	105,035	106,084
소 계		3,066,375	26.2	305	938,671	1,356,229
부산청	대 구	563,532	4.8	60	162,175	263,739
	포 항	620,333	5.3	52	158,860	249,712
	영 주	416,356	3.6	26	84,950	143,685
	진 주	742,359	6.4	49	191,268	282,489
	진 영	460,826	3.9	50	111,665	198,737
경북도로관리사업소		462,012	4.0	38	180,440	195,374
경남도로관리사업소		336,688	2.9	30	100,859	123,245
소 계		3,602,106	30.9	305	990,217	1,456,981
총 계		11,674,197	100	1,152	3,412,142	5,215,433

조사대상구간의 선정은 대부분 서류와 전산 자료를 바탕으로 이루어지기 때문에 착오가 발생될 수도 있고, 국토관리사무소 및 도로관리사업소의 실정과 현장 상황을 정확히 파악하기 어려운 점도 있다. 따라서 조사대상구간을 선정한 후 각 국토관리사무소 및 도로관리사업소에 검토 요청을 하고 협의한 후 국토교통부에 제출한 후 승인을 받았다. 위의 절차에 따라 3,412km(2차로 환산연장 5,215km)의 조사대상구간을 최종 선정하였으며, 선정된 조사구간에 대한 세부 내용은 〈부록 9〉에

수록하였다. 국토관리사무소(도로관리사업소 포함)별 조사대상구간 총괄표를 <표 3.1>에 수록하였다.

3.3 노면의 상태 조사 및 평가

3.3.1 조사대상구간

선정된 조사대상구간에 대하여 노면평가조사장비(PES1, PES2)를 이용하여 노면 상태를 조사하였다. 일반국도가 2차로인 경우에는 진행방향 차로만 조사하였고, 4차로 이상인 경우에는 상·하행선을 분리하여 양방향 바깥차로를 조사하였다. 조사대상구간 3,412km(2차로 환산연장 5,215km) 구간 중 4차로 이상 구간은 1,885km이므로 노면평가조사장비를 이용한 실제 조사연장은 3,770km이다.

3.3.2 노면 상태 조사 장비

(1) 노면평가조사장비(Pavement Evaluation Surveyor : PES1,2)

조사대상구간 노면 상태 조사와 전국 일반국도 포장 노면 상태 평가를 위하여 <그림 3.2>와 같은 PES1,2(Pavement Evaluation Surveyor1,2)를 사용하였다. PES1,2는 주행 중에 노면 상태를 자동으로 측정할 수 있고, 주요 조사항목으로는 포장의 균열 정도와 분포 면적, 소성변형량 및 종단평탄성 등이 있다.

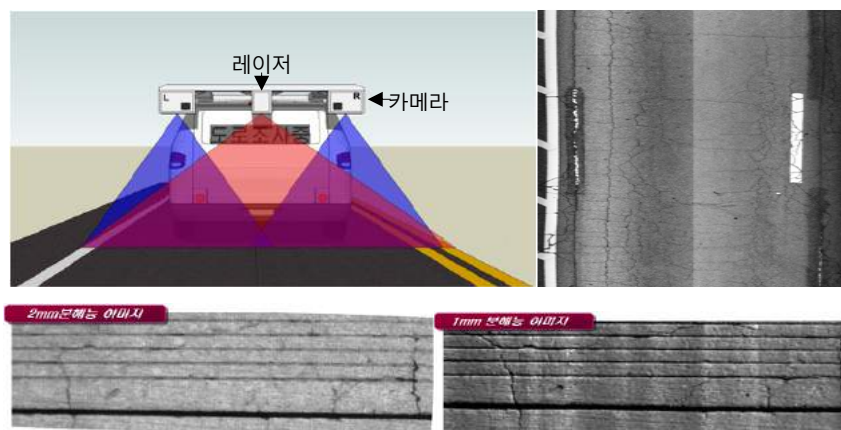


<그림 3.2> 노면평가조사장비(PES1,2)

본 연구에서 균열, 소성변형량, 종단평탄성을 다음과 같이 측정하였다.

가) 균열

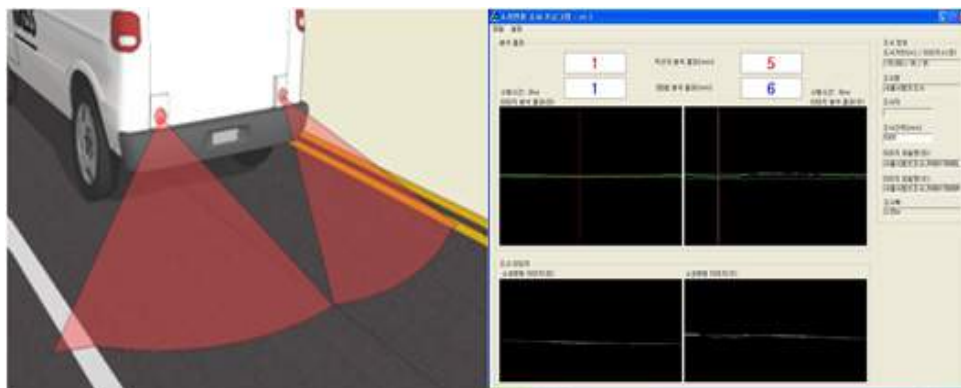
노면의 균열 검지 방법은 PES1,2 후방에 설치된 고해상도 라인스캔 카메라를 이용하여 1mm 이하 균열 분해능을 가지는 노면 영상을 획득한다. 보다 미세한 균열 및 명확한 포장의 표면결합 검출하기 위해서 단일 파장의 광원인 적외선 레이저 조명을 사용하여 구조가 단순하고, 고해상도 노면 양상을 획득하였다. 균열 조사 결과는 <그림 3.3>과 같이 이미지 파일로 출력이 가능하고, 균열 상세 자료는 텍스트 파일로 출력이 가능하다.



<그림 3.3> PES1,2를 이용한 균열 조사 방법

나) 소성변형량

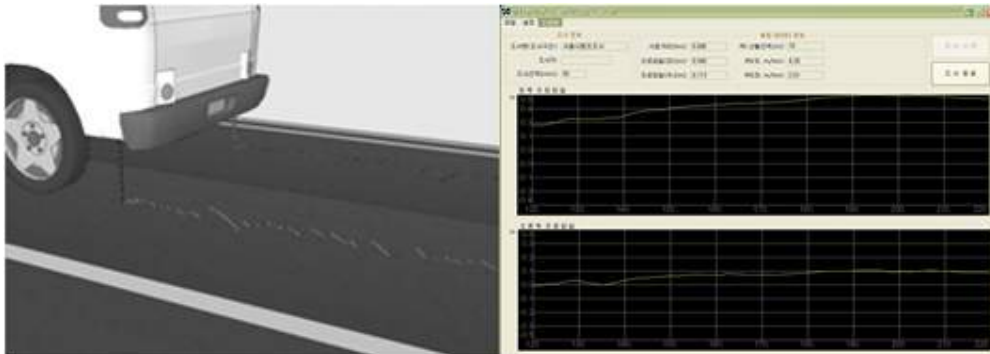
PES1,2는 후방에 설치한 레이저변위센서를 이용하여 소성변형량을 측정한다. 이 데이터는 과거 ARAN에 적용한 초음파 방식 보다 수십 배 많은 프로파일을 수집할 수 있어서 보다 안정적으로 소성변형량을 측정할 수 있다. 또한 소성변형 발생 정도를 육안으로 확인할 수 있으므로 조사 자료의 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 그 결과는 <그림 3.4>와 같으며 텍스트 파일로 출력이 가능하다.



<그림 3.4> PES1,2를 이용한 소성변형 조사 방법

다) 종단평탄성

종단평탄성 측정은 정밀도 0.01mm 이하의 고정밀 고속레이저를 차량의 주행궤적과 동일하게 양측 바퀴 부분에 장착하고, 포장의 요철(凹凸)을 신속히 측정하여 차량 주행방향에 대해 포장의 평탄정도를 정량화시킨다. 주행 중 차량의 떨림 보정을 위해 가속도 센서를 이용하여 요철 높이를 측정한다.

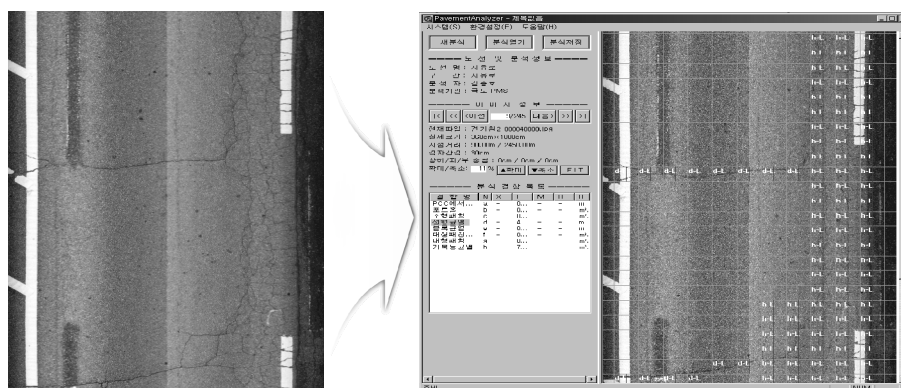


〈그림 3.5〉 PES1.2를 이용한 종단평탄성 조사 방법

3.3.3 노면 상태 분석 및 평가

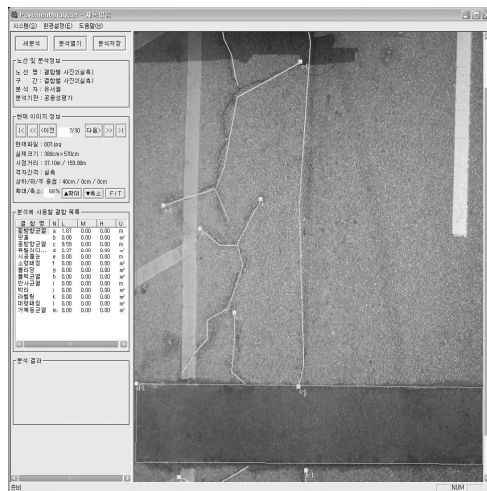
(1) 균열 분석

도로포장에 발생한 균열을 분석하는 방법은 크게 두 가지가 있다. 첫 번째는 이미지프로세싱기법을 이용한 자동 검출 방법이고, 두 번째는 노면 영상 자료를 입력으로 분석하고, 이를 자동적으로 수치화하는 방법이다. 이미지 프로세싱기법을 이용한 균열 분석프로그램은 이미 개발되어 있으나, 다양한 파손 형태에 따른 패턴 자료가 부족하여 정확도가 현저히 낮게 나타내었다. 따라서 본 과업에서는 〈그림 3.6〉와 같은 “Pavement Analyzer” 프로그램을 이용하여 입력으로 균열을 분석하였다.

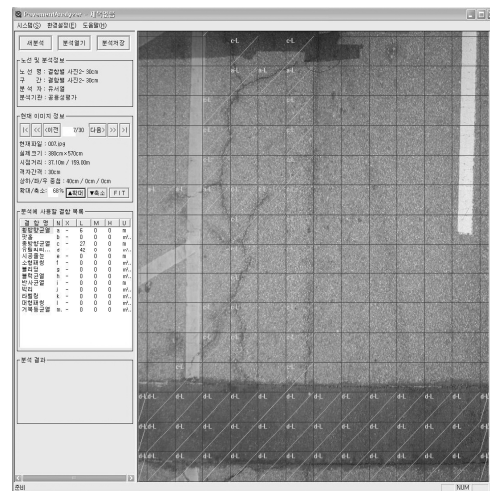


〈그림 3.6〉 Pavement Analyzer 프로그램을 이용한 포장 파손 분석 방법

노면에 발생한 균열을 정량화하는 방법으로 <그림 3.7>에 나타난 것과 같이 두 가지 방법이 있다. 첫 번째는 <그림 3.7>의 좌측과 같이 균열 형상을 그대로 모사하는 실측 분석 방법으로 균열의 시점, 중간점, 끝점을 연결하여 균열 길이를 계산한다. 두 번째는 격자망 방법으로 <그림 3.7>의 우측과 같이 일정한 크기의 격자망을 이용하여 균열이 통과하는 격자망의 개수를 이용하여 균열 길이를 계산한다. 본 과업에서는 분석 효율이 상대적으로 우수한 격자망 방법을 이용하여 균열을 정량화 하였다.



(실측 분석)



(격자망 분석)

〈그림 3.7〉 균열 분석 방법

격자망의 크기에 따라 분석의 정확성과 속도의 차이가 발생할 수 있다. 결함 종류별로 격자망의 크기에 따른 검출률을 비교한 결과, <표 3.2>와 같이 격자망의 크기가 30cm인 경우에 평균 검출률이 103.9%로 가장 근접한 결과를 나타냈다. 따라서 본 과업에서는 격자의 크기를 30cm로 설정하여 분석을 수행하였다.

〈표 3.2〉 격자망 크기에 따른 결함 분석 정확성 비교

결함 종류	검출률(%)					
	20cm	25cm	30cm	35cm	40cm	45cm
종방향균열	65	97	105	117	129	146
시공줄눈부 균열	70	89	107	129	147	160
횡방향균열	70	72	99	110	125	141
거북등균열	105	94	94	101	101	116
패칭	100	97	114	132	158	179
평균	82.0	89.8	103.8	117.8	132.0	148.4

※ 검출률(%)은 실측분석 대비 격자망 검출량의 비율임

균열 분석시 노면에 나타난 다양한 형태의 균열과 소파보수, 포트홀 등을 분류하여 기록하여야 한다. 따라서 다음과 같은 분석 기준을 설정하여 분석자의 차이에 따른 오차를 최소화 하도록 하였다.

◆ 분석<표면결함 기준> ◆

- ① 종방향 균열, 횡방향 균열 등은 따로 구분하지 않고 선형균열로 통일에서 균열량 산정
- ② 시공이음부 균열은 선형균열에서 제외함(결함분석에서 제외)
- ③ 거북등 균열은 따로 구분하여 분석
- ④ 블럭균열(저온균열)은 선형균열에 포함하여 분석
- ⑤ 포트홀은 따로 구분하여 분석
- ⑥ 이미지로 확인이 명확치 않은 라벨링, 스트립핑, 골재박리 등은 구별하여 분석
- ⑦ 소파보수는 국부적인 파손을 보수한 면적을 산출한다. 단, 지하시설물 관련한 긴 연장의 유틸리티 컷(utility cut)은 분석에서 별도 관리
- ⑧ 아스콘포장, 시멘트콘크리트포장, 시멘트콘크리트+아스콘포장, 교면포장을 구분하여 분석
- ⑨ 시멘트콘크리트 위의 아스콘포장 덧씌우기의 경우 반사균열을 별도로 분리하여 분석

본 과업에서는 위와 같은 분석 방법을 이용하여 10m 단위로 균열 분석을 하여 500m 단위로 균열률(%)을 다음과 같이 계산하였다.

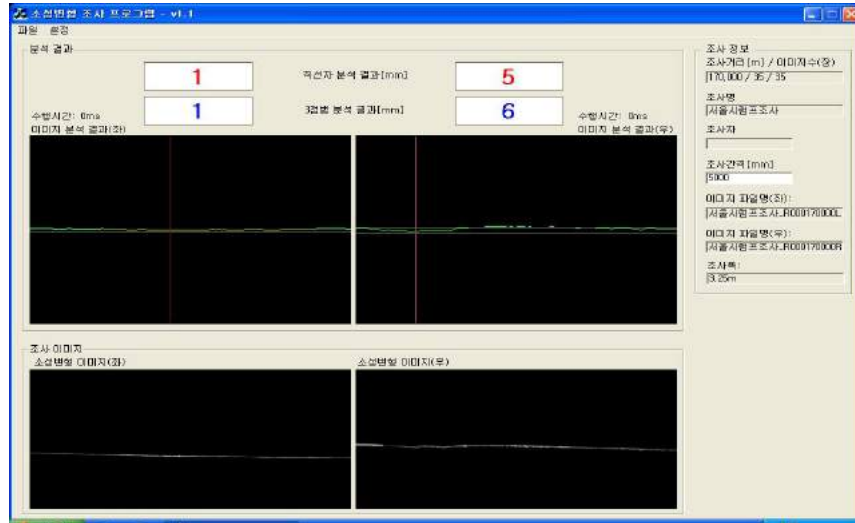
$$\text{균열률}(\%) = \frac{\text{면적균열개소} \times (0.09\text{m}^2) + \text{선형균열개소} \times (0.09\text{m}^2)}{10\text{m} \times \text{차로폭}(m)} \times 100$$

(2) 소성변형 분석

소성변형은 다수의 측정센서(레이저변위센서)를 노면과 수평이 되도록 배열하여 일정간격의 높이를 측정하고, <그림 3.8>과 같이 수학적 시뮬레이션을 통해 소성변형량을 계산한다. 소성변형량이 자동분석으로 분석효율이 우수하고, 실제 노면 굴곡을 육안으로 확인할 수 있으므로 분석의 신뢰성이 향상되었다. 소성변형량도 균열분석과 동일한 방법으로 10m 단위로 측정하고, 500m 단위로 평균값을 계산하였다.

$$\text{소성변형량}(\text{mm}) = \frac{\sum \text{Max}(Rut)}{50}$$

여기서, $\text{Max}(Rut)$ = 왼쪽과 오른쪽 소성변형량 중 큰 값



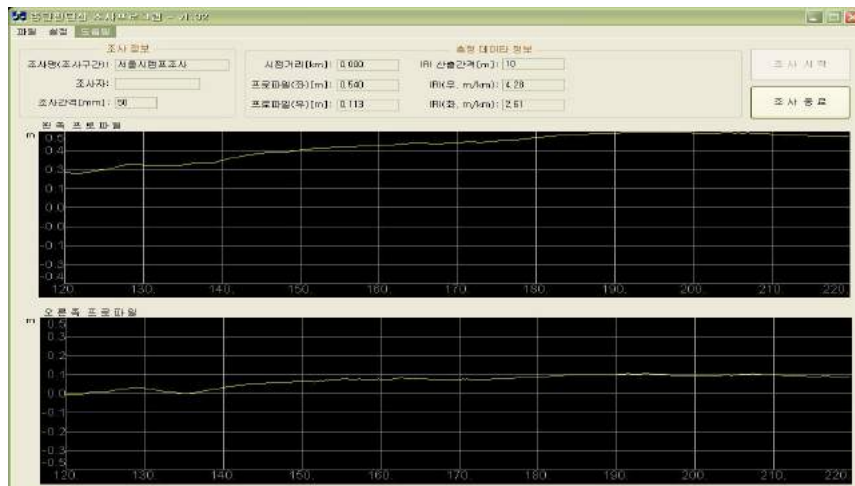
〈그림 3.8〉 PES1,2의 소성변형량 분석 방법

(3) 종단평탄성 분석

종단평탄성의 경우 〈그림 3.9〉와 같이 종단평탄성을 좌우측 센서에서 측정한 평균 IRI 값을 10m로 계산하여 500m 단위로 평균값을 산출하여 종단평탄성을 계산한다.

$$\text{종단평탄성(m/km)} = \frac{\sum \text{Max}(\text{IRI})}{50}$$

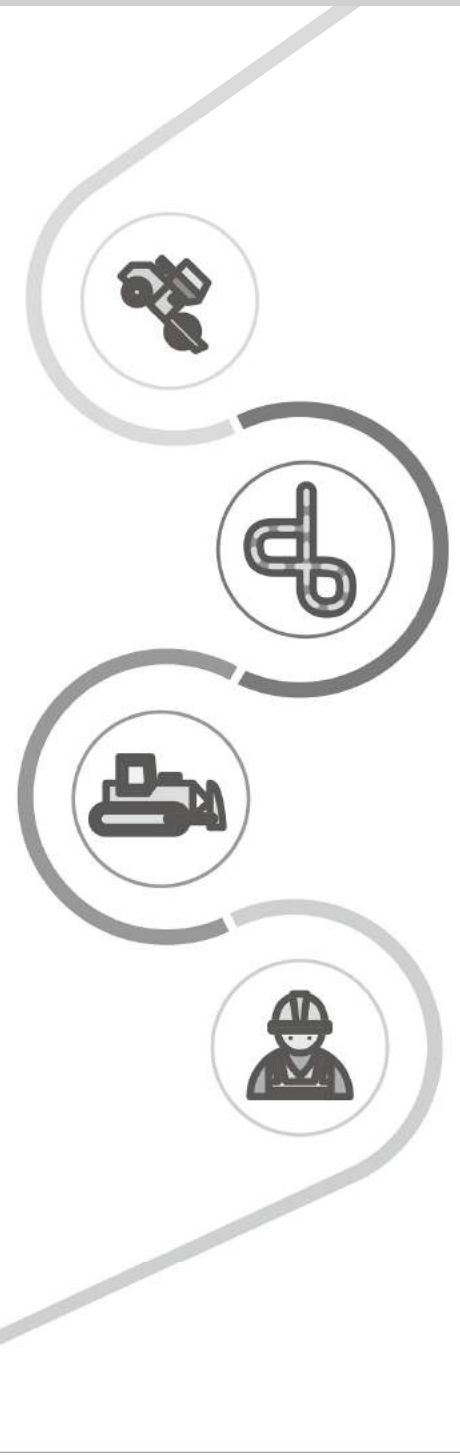
여기서, $\text{Max}(\text{IRI})$ = 왼쪽과 오른쪽 측정값 중 큰 값

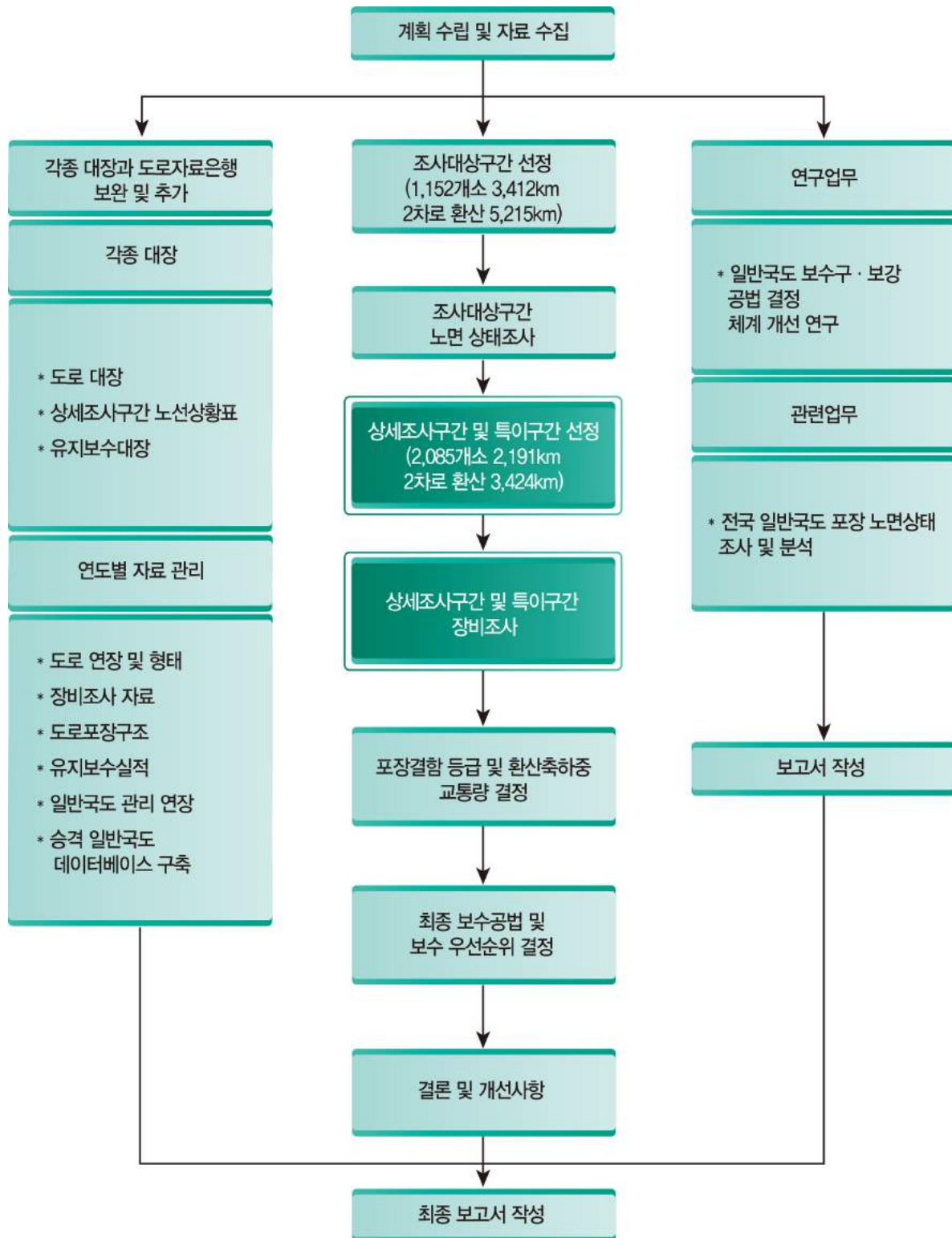


〈그림 3.9〉 PES1,2의 종단평탄성 산출 방법

제 / 4 / 장

상세조사구간 선정 및 조사





제 /4/ 장 상세조사구간 선정 및 조사

4.1 상세조사구간의 정의

조사대상구간의 노면 상태 조사 결과와 교통량, 유지보수이력 등을 고려하여 노면 상태가 양호한 구간을 제외한 불량한 구간을 상세조사구간이라고 한다.

4.2 상세조사구간의 선정

4.2.1 동질성구간 분할

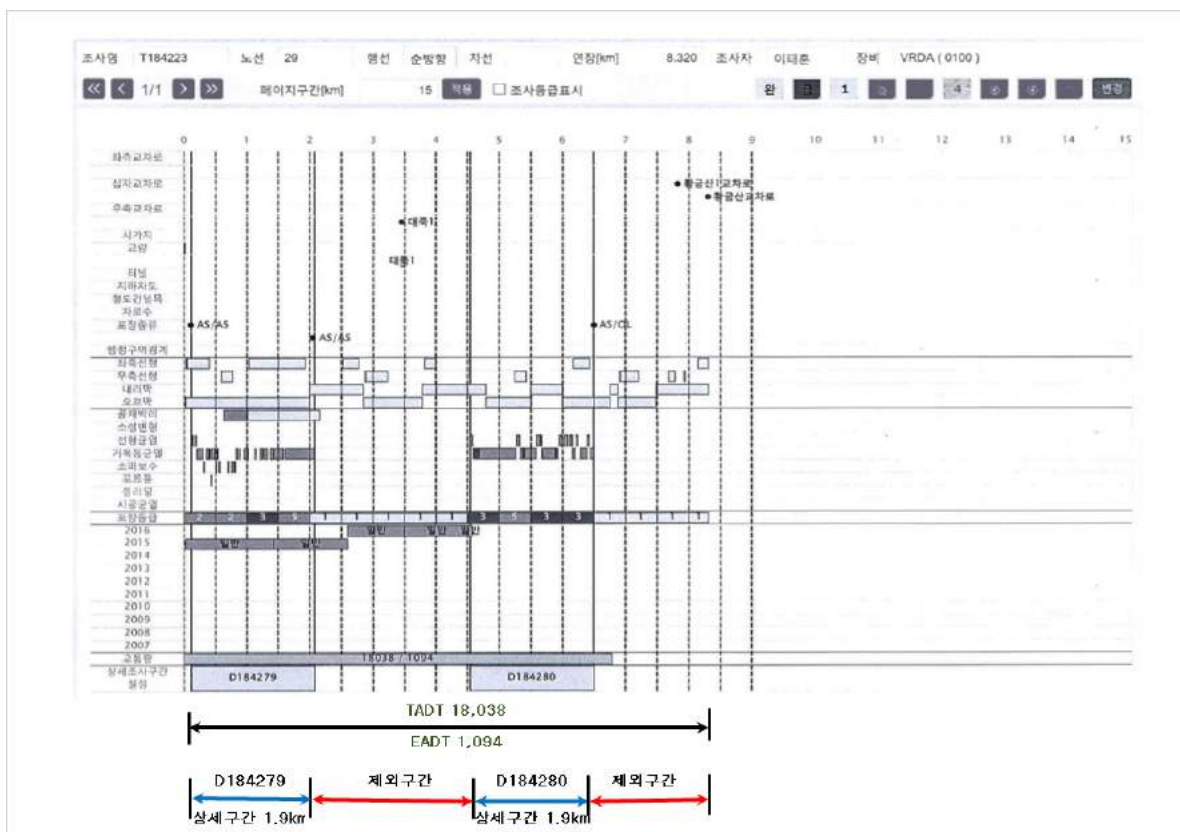
조사대상구간 대한 노면 상태 조사 결과, 교통량 및 유지보수실적을 노선 상황표에 추가한 후, 노면 상태 조사 결과가 양호한 구간, 교통량이 적은 구간, 최근 유지보수를 시행한 구간 등을 고려하여 상대적으로 균질한 동질성구간으로 분할한다. 동질성구간 분할에 고려된 사항은 다음과 같다.

-
- 노면 상태 조사 결과(Ⅶ등급)
 - 시공 연도 및 포장구조
 - 유지보수실적 및 형태
 - 환산 축하중 교통량(ESAL)
 - 기타 관련 자료
-

4.2.2 상세조사구간 선정

상세조사구간은 동질성구간 중 포장상태가 양호한, 즉 VI 1 등급인 구간을 제외하고, 선정하였다. 향후 상세조사구간에 대한 조사와 보수공법을 원활하게 하기 위하여 상세조사구간을 <그림 4.1>과 같이 세밀하게 분류하였다.

- ◆ VI 1 등급 : 상세조사구간 제외
- ◆ VI 2~7 등급 : 상세조사구간 포함



<그림 4.1> 상세조사구간 선정(예)

2018 도로포장관리시스템의 상세조사구간은 상기 조건을 근거로 2,191km(2차로 환산연장 3,424km)을 선정하였으며, 상세조사구간의 세부적인 위치는 <부록 10>에 수록하였다. 국토관리사무소(도로관리사업소 포함)별 상세조사구간의 총괄표는 <표 4.1>에 수록하였다.

〈표 4.1〉 2018년도 도로포장관리시스템 상세조사구간 총괄표

국 토 관리청	국토관리 사무소	국토교통부관리		상세 조사 구간 (개소)	상세 조사구간	
		연장 (km)	비율 (%)		연장 (km)	2차로 환산연장(km)
서울청	수 원	455,386	3.9	169	180,146	346,529
	의정부	504,359	4.3	130	138,307	222,358
경기도도로관리사업소		154,321	1.3	15	22,065	30,609
소 계		1,114,066	9.5	314	340,518	599,496
원주청	홍 천	521,197	4.5	97	86,209	147,170
	강 릉	420,922	3.6	45	45,880	63,663
	정 선	329,078	2.8	51	67,999	77,556
강원도로관리사업소		474,800	4.1	54	62,768	68,964
소 계		1,745,997	15.0	247	262,856	357,353
대전청	충 주	374,073	3.2	51	69,129	107,587
	보 은	323,212	2.8	30	49,587	74,480
	논 산	361,793	3.1	64	67,796	134,991
	예 산	540,309	4.6	130	152,827	280,953
충북도로관리사업소		223,727	1.9	26	44,903	67,057
충남도로관리사업소		322,539	2.8	29	40,243	58,736
소 계		2,145,653	18.4	330	424,485	723,804
익산청	전 주	551,201	4.7	104	97,423	162,103
	남 원	425,602	3.6	50	55,972	83,771
	광 주	724,033	6.2	105	123,503	193,489
	순 천	557,913	4.8	197	166,437	287,515
전북도로관리사업소		247,969	2.1	19	51,174	53,098
전남도로관리사업소		559,657	4.8	34	69,596	69,596
소 계		3,066,375	26.2	509	564,105	849,572
부산청	대 구	563,532	4.8	121	110,433	179,160
	포 항	620,333	5.3	116	106,316	167,731
	영 주	416,356	3.6	56	52,920	88,211
	진 주	742,359	6.4	148	110,653	169,422
	진 영	460,826	3.9	121	66,731	120,238
경북도로관리사업소		462,012	4.0	72	96,784	99,941
경남도로관리사업소		336,688	2.9	51	55,644	68,997
소 계		3,602,106	30.9	685	599,481	893,700
총 계		11,674,197	100	2,085	2,191,445	3,423,925

4.3 특이구간 선정 및 현장 조사

4.3.1 조사 개요

특이구간은 일반구간과는 다른 절차로 선정하고, 유지·관리하게 된다. 본 과업에서는 최대 소성변형량이 50mm 이상으로 소성변형이 심한 구간을 특이구간으로 선정한다. 2018년도는 위 조건에 부합되는 특이구간이 발생되지 않았다.

4.3.2 코어 채취

본 과업에서는 실시하지 않았으나 특이구간으로 선정된 구간에 대해서 코어 채취를 실시한다. 코어는 차량 하중으로 인하여 거동이 발생한 지점과 차량 하중의 영향을 받지 않은 지점에서 각각 채취한다. 이렇게 채취한 코어를 이용하여 포장층의 두께를 파악하며, 특이구간의 보수공법 결정 시 절삭 두께를 결정하는데 활용한다.

4.4 상세조사구간 현장 조사

4.4.1 조사 개요

상세조사구간에 대해서는 포장상태를 보다 정확하게 평가하기 위하여 포장구조진단기(Heavy Weight Deflectometer, HWD)와 레이더투과검사기(Ground Penetrating Radar, GPR)를 이용하여 처짐량 및 포장 두께를 측정하였다.

4.4.2 포장구조진단기 및 포장두께 조사

(1) 포장구조진단기(Heavy Weight Deflectometer, HWD)

포장구조진단기는 포장의 구조적 지지력을 측정하는 장비로서, 일정한 하중의 추를 자유 낙하시켜 그 때의 충격하중에 의한 포장체의 처짐량을 측정한다. 포장구조진단기에 의한 충격하중 방식은 실제 교통 하중과 가장 유사하다는 점에서 현재까지 개발된 포장 지지력 측정 장비 중 가장 우수한 장비로 평가 받고 있다. 포장구조진단기 모습은 <그림 4.2>와 같고, 측정 결과는 <그림 4.3>과 같이 텍스트 자료로 출력된다.

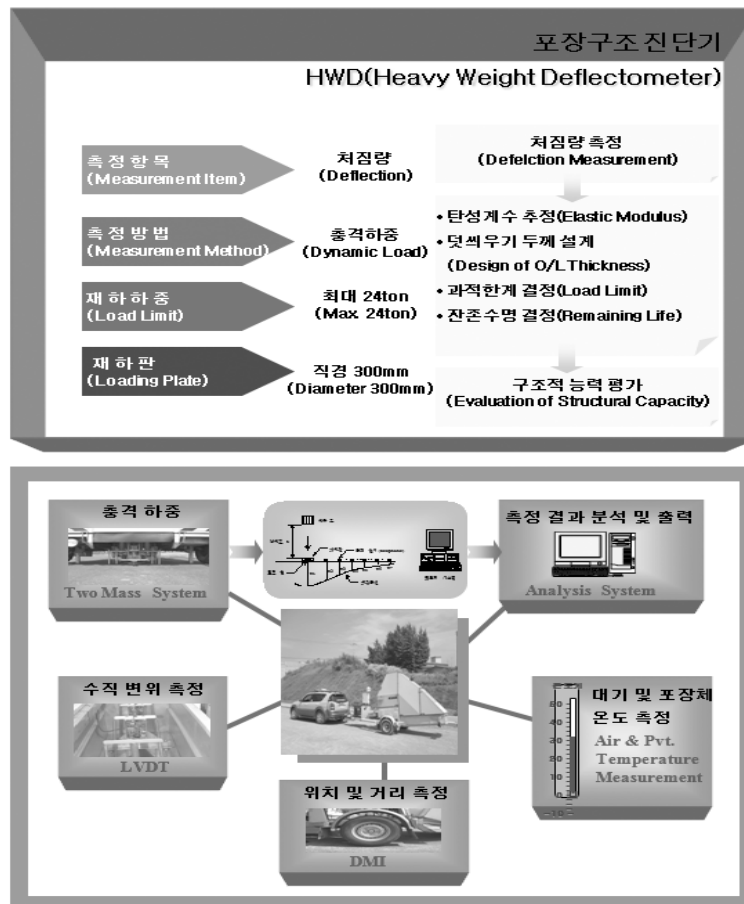


〈그림 4.2〉 포장구조진단기(HWD)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	IKUAB	FWD	FILE	:	F186115.FWD												
2	HDistrict	:	1														
3	HRoad	no	:	23													
4	HOperator	:	LEE														
5																	
6	IDate	Created	:	7/11/2017													
7	ILoad	Mode	:	3 (12+12	buffers,	16 weights)											
8	IPlate	Radius	:	15 (cm)													
9	IExtra	Field	Set	:	KICT	standard	flexible	roads									
10	IDrop	Sequence	:	2111													
11	INo	of	drops	:	1111												
12	IRecord	Drop?	:	YYYY													
13	IDrop	Height	:	1	2	3	4										
14	IImpact	Load	:	4000	9000	18000	24000	kgf									
15	ISensor	Number	:	0	1	2	3	4	5	6	7	8					
16	ISensor	Distance	:	0	30	20	30	45	60	90	120	150 (cm)					
17	ISensor	Position	:	CENTER	FRONT	BEHIND	BEHIND	BEHIND	BEHIND	BEHIND	BEHIND	BEHIND					
18																	
19	IReference	Offset	:	0 m													
20	ITestpoint	spacing:	:	500 m													
21																	
22		JDistance	Imp	Load	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	Air	Pave	modulus	Time
23	J	m	Num	kgf	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	°C	°C	MPa	hh:mm:ss
24	D	0	2	4605	214	158	171	164	148	131	101	75	56	26.7	33.6	316	16:35:04
25	D	0	3	4654	216	161	174	164	151	135	104	77	58	26.7	33.6	316	16:35:10
26	D	0	4	4650	213	161	175	163	151	134	104	78	58	26.7	33.6	317	16:35:15
27	D	500	2	4515	253	188	202	190	162	138	103	76	60	26.4	34.8	314	16:39:00
28	D	500	3	4556	253	189	203	184	162	139	104	78	60	26.4	34.8	315	16:39:10
29	D	500	4	4583	253	189	203	186	162	140	104	78	61	26.4	34.8	316	16:39:18
30	D	1000	2	4564	218	164	179	162	138	114	77	52	37	26.3	33.7	370	16:42:46
31	D	1000	3	4577	216	160	176	161	136	113	77	52	37	26.3	33.7	372	16:42:52
32	D	1000	4	4637	217	161	178	164	136	114	78	53	38	26.3	33.7	375	16:42:58
33	D	1500	2	4548	248	170	199	176	143	119	87	66	53	26.3	33.8	511	16:46:37
34	D	1500	3	4539	246	168	196	175	145	118	86	65	53	26.3	33.8	515	16:46:42
35	D	1500	4	4559	247	169	198	174	143	119	87	65	53	26.3	33.8	514	16:46:47
36	D	2000	2	4560	249	149	175	148	127	107	74	50	36	26.9	34.1	664	16:50:36
37	D	2000	3	4563	246	148	173	148	126	107	74	51	36	26.9	34.1	671	16:50:41
38	D	2000	4	4571	248	148	174	148	126	107	75	52	36	26.9	34.1	672	16:50:46
39	D	2500	2	4514	441	324	370	333	268	216	146	107	83	26.4	34.2	633	16:52:19
40	D	2500	3	4517	435	322	370	330	268	215	146	107	83	26.4	34.2	633	16:52:24
41	D	2500	4	4546	437	328	370	332	269	216	147	107	83	26.4	34.2	642	16:52:29

〈그림 4.3〉 HWD를 이용한 처짐량 측정 결과 예

포장구조진단기의 세부적인 상세 조사 항목 및 방식은 〈그림 4.4〉과 같다.



〈그림 4.4〉 포장구조진단기의 조사 및 분석 방법

포장구조진단기를 이용하여 측정한 치짐량은 재하하중의 크기 및 포장 온도에 영향을 받기 때문에 이에 따른 하중 보정 및 온도 보정을 실시하였다. 하중보정의 경우 일반적인 트럭의 단축하중이 8.2ton인 것을 고려하여, 축하중의 절반인 4.1ton으로 보정한다. 온도보정의 경우 특정 온도가 정해져 있지 않지만 일반적으로 상온인 25℃로 보정한다.

(2) 레이더투과검사기(Ground Penetrating Radar, GPR)

레이더투과검사기는 포장 각 층의 두께를 측정하거나 포장 하부의 동공 유무를 검사하는 장비이다. 포장을 시굴하거나 코어를 채취하는 기존의 파괴 방법은 포장을 손상시키고, 시간과 인력이 많이 소요되며, 일부분만을 조사하는 단점이 있다. 반면 레이더투과검사기는 비파괴시험으로 포장의 손상이 없으며, 짧은 시간 내에 많은 구간을 조사할 수 있는 장점이 있다. 조사원리는 포장체 내부로 전자기파를 발사하고, 포장체로부터 반사되어 돌아오는 전자기파의 시간차와 진폭, 형상의 특성을 분석함으로써 포장체 내부의 특성을 파악한다.

레이더투과검사기의 종류는 크게 포장면에 접촉하지 않고 측정하는 비접촉식

레이더투과검사기와 포장면에 직접 접촉하여 측정하는 접촉식 레이더투과검사기가 있다. 기존에 사용되었던 비접촉식 레이더투과검사기는 조사차량의 후미에 설치하여 자료를 수집하였으며, 최근 도입한 접촉식 레이더투과검사기는 <그림 4.5(a)>와 같이 국부적 구간을 정밀하게 조사할 수 있는 핸드 카트형과 <그림 4.5(b)>와 같이 HWD 장비 하부에 설치하여 연장이 비교적 긴 구간을 조사할 수 있는 차량 탑재형으로 조사 구간에 맞게 용도를 달리하여 사용 할 수 있다. 따라서 차량탑재형 접촉식 레이더투과검사기는 HWD 시험과 GPR 시험을 동시에 실시할 수 있으므로 조사 운영의 효율성을 향상시킬 수 있다. 또한 접촉식 레이더투과검사기에는 주파수가 다른 두 대의 안테나를 동시에 사용한다. 따라서 조사 목적에 맞추어 조사 심도와 분해능을 조절할 수 있기 때문에 보다 신뢰성 있는 결과를 얻을 수 있다. 1600MHz 안테나를 사용하는 경우 조사 심도는 약 20~30cm로 깊지는 않지만 높은 분해능으로 포장체 상부 층 두께를 보다 정확하게 측정할 수 있다. 반면에 500MHz 안테나를 사용하는 경우 분해능은 비교적 떨어지지만 깊은 깊이(2~3m 이상)까지 조사할 수 있어 동공 탐지에 보다 유리한 특징을 가진다.



(a) 접촉식 듀얼 안테나(핸드 카트형)



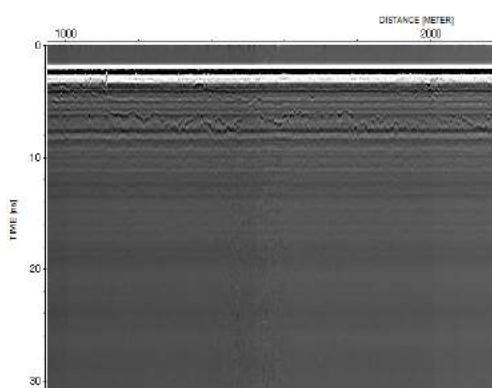
(b) 접촉식 듀얼 안테나(차량 탑재형)

<그림 4.5> 레이더투과검사기(GPR)

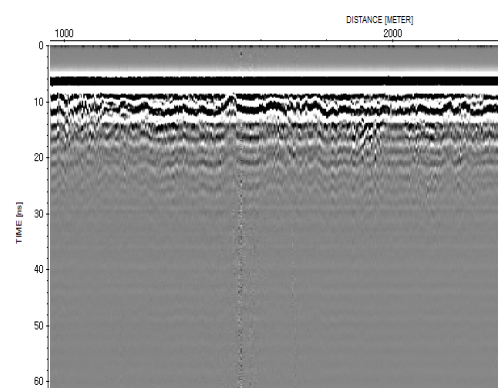
레이더 투과 검사기의 출력물은 <표 4.2>과 같은 텍스트 파일 및 <그림 4.6>와 같은 이미지 파일로 출력이 가능하다. 이를 통하여 포장체 각 층의 두께를 측정할 수 있고, <그림 4.6(a)>와 같은 2차원 데이터로부터 포장체 하부 상태(노상의 처짐, 동공 발생 가능성)를 진단할 수 있다. 이러한 시험 결과는 보수 공법을 결정하는 데 반영될 수 있다. 예를 들어 노상에 심각한 처짐이 발생하거나 동공이 발견될 경우 보수 시 반드시 포장체 하부에 배수로 확보, 시멘트 주입, 토목섬유 적용 등과 같은 보강 공법을 적용한 후 덧씌우기와 같은 보수를 실시하여야 한다. <그림 4.6(b)>와 <그림 4.6(c)>는 동일한 구간에서 1600MHz와 500MHz 안테나로 측정한 데이터를 나타낸다. 전자기파는 포장체에서 약 10cm/ns 속도로 이동하므로, 이 경우 투과 깊이는 1600MHz의 경우 30cm, 500MHz의 경우 1.5m 정도로 나타난다. 깊이에 대한 분해능은 1600MHz의 경우 약 4~6cm, 500MHz의 경우 약 10~15cm로 나타난다.

<표 4.2> 레이더 투과 검사기 측정 결과(텍스트 파일)

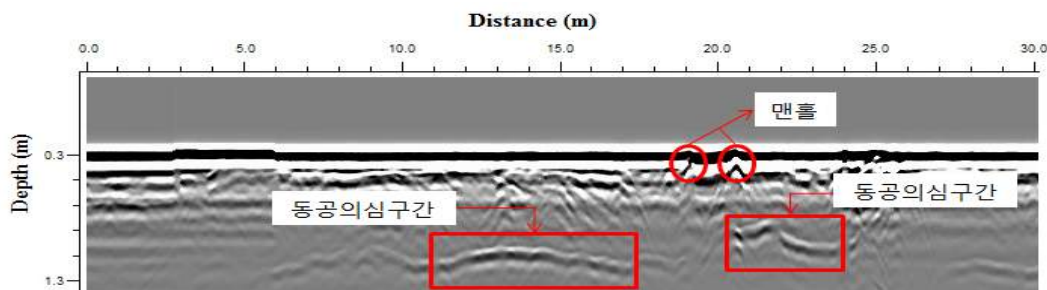
Feature	Description	Location(ft)	Depth(in.)	Color
SU	Surface	N/A	0	Green
C	Concrete/Base interface	2304	8.2	Purple
V	Void	2229→2237	8.4	Green/Red/White



(a) 1600MHz 접촉식 안테나 데이터



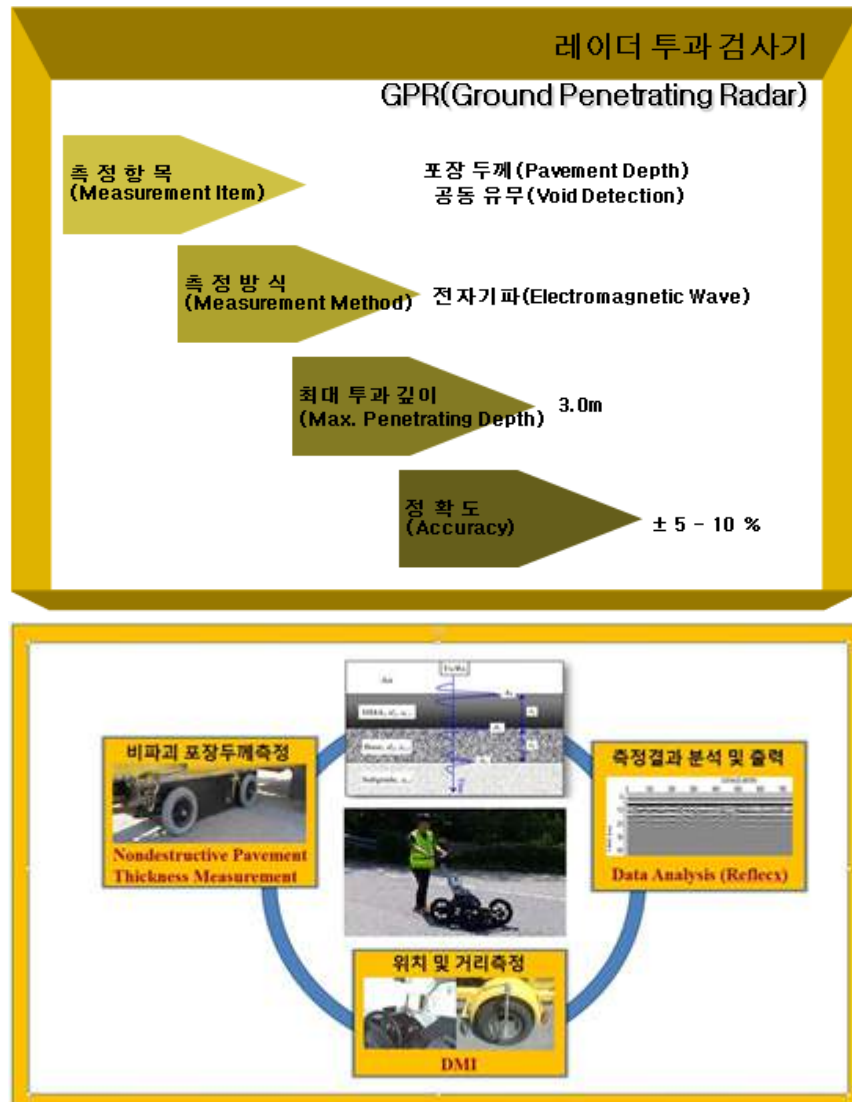
(b) 500MHz 접촉식 안테나 데이터



(c) 레이더 투과 검사기 측정 결과(이미지 파일)

<그림 4.6> 레이더 투과 검사기 측정 결과(이미지 파일)

레이더 투과 검사기(GPR) 장비의 세부적인 상세 조사 항목 및 방식은 <그림 4.7>과 같다.



<그림 4.7> 레이더투과검사기의 조사 및 분석 방법

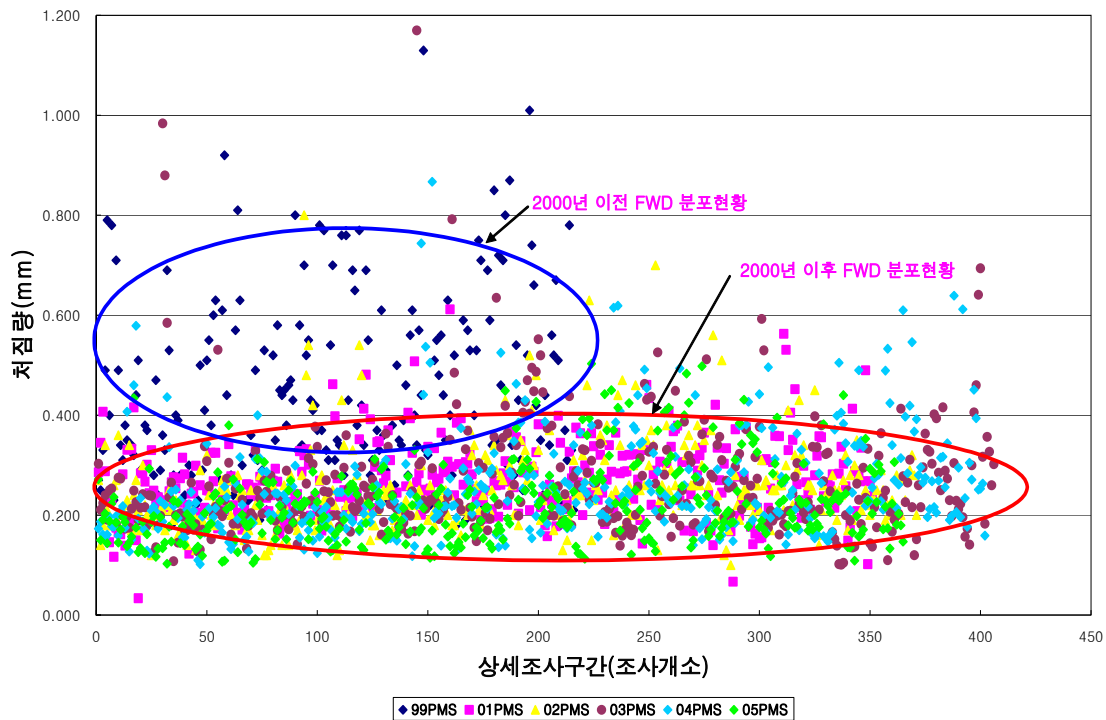
4.4.3 노면 상태 평가

상세조사구간 및 특이구간 조사 자료는 보수 공법을 결정할 뿐 아니라 경제 분석 프로그램인 HDM-4 모델의 주요 입력 자료로 사용되므로 이 구간에 대한 조사는 상세하고, 정확하게 이루어져야 한다. 각 구간별로 조사 결과를 분석·정리하여 상세조사구간 노선상황표를 작성한다.

(1) 처짐량 조사

2007 도로포장관리시스템에서 1999년부터 2006년까지의 포장 구조력 조사 자료를 분석한 결과

〈그림 4.8〉과 같이 2000년 이전에는 평균 처짐량이 0.43mm이었으나, 이후에는 평균 처짐량이 0.22mm로 작아지는 것으로 나타났다. 이와 같이 평균 처짐량이 작아진다는 것은 4차로 확장과 2차로의 유지보수 덧씌우기로 인하여 일반국도 아스팔트 콘크리트 포장의 두께가 매우 두꺼워져 지지력 측면에서의 문제는 거의 없다는 것을 말한다.



〈그림 4.8〉 1999년부터 2006년까지 측정된 HWD 처짐값

따라서 2007 도로포장관리시스템부터 조사 시간이 가장 많이 투자되는 HWD 측정을 최소화하기 위하여 다음과 같은 규정을 정립하여 조사하였다.

- ◆ 아스팔트콘크리트 포장 두께가 30cm 초과 구간은 제외
 - 단, 신설 포장구간은 처음 조사일 경우 HWD 측정
 - 특이구간은 모두 측정
- ◆ 아스팔트콘크리트 포장 두께가 30cm 이하 구간은 HWD 측정
 - 단, ESAL 교통량이 1,000(대/일) 이하 구간은 제외
 - 측정 간격 : 최소 250m, 최대 500m

HWD 시험 조사 결과 처짐량은 마이크론(10-6m) 단위로 그래프로 작성되고, 기타 조사

데이터도 저장된다. 본 과업에서는 상세조사구간에서 측정한 처짐량에 대해 하중 및 온도보정을 실시하고, 이 값을 상세조사구간에 대한 대표치로 사용할 수 있는지 여부를 판단하여 대표 처짐량(DC : Deflection Characteristic)으로 결정하였다.

하중보정 및 온도보정 방법은 아래와 같다.

$$\lambda_w = \frac{w_{T_0}}{w_T}$$

(λ_w : 온도보정계수, w_{T_0} : 온도 T_0 에서 보정된 처짐량, w_T : 온도 T 에서 처짐량)

$$\lambda_w = 10^{-C(H_{ac})(T-T_0)}$$

(C : 회귀상수, H_{ac} : 포장두께(mm), T : 시험시 온도, T_0 : 기준 온도(25℃))

$$C = -Ar + C_0$$

(A : 상수값, r : 하중중심으로부터 측정센서까지의 거리, C_0 : 상수값)

지 역	C_0 값	포괄적 C_0	A	포괄적 A
동부	3.61×10^{-5}	4.65×10^{-5}	-5.72×10^{-8}	-5.47×10^{-8}
중부	5.80×10^{-5}		-5.62×10^{-8}	
서부	4.32×10^{-5}		-5.07×10^{-8}	

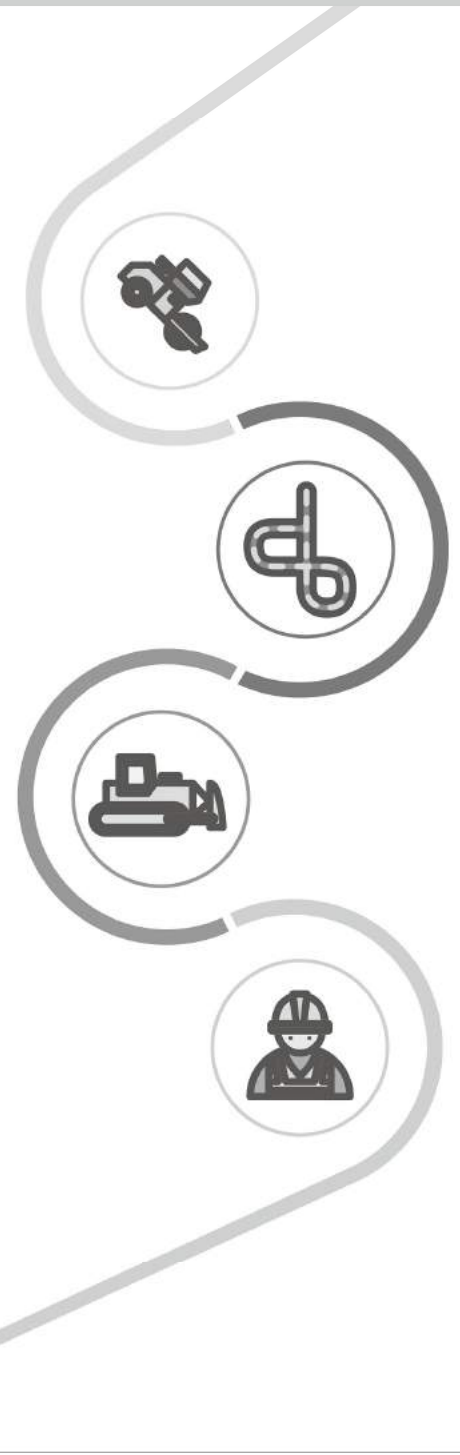
이렇게 결정된 대표 처짐량은 포장결합 등급을 결정하는데 사용되며, HDM-4 모델의 입력 자료로도 사용한다.

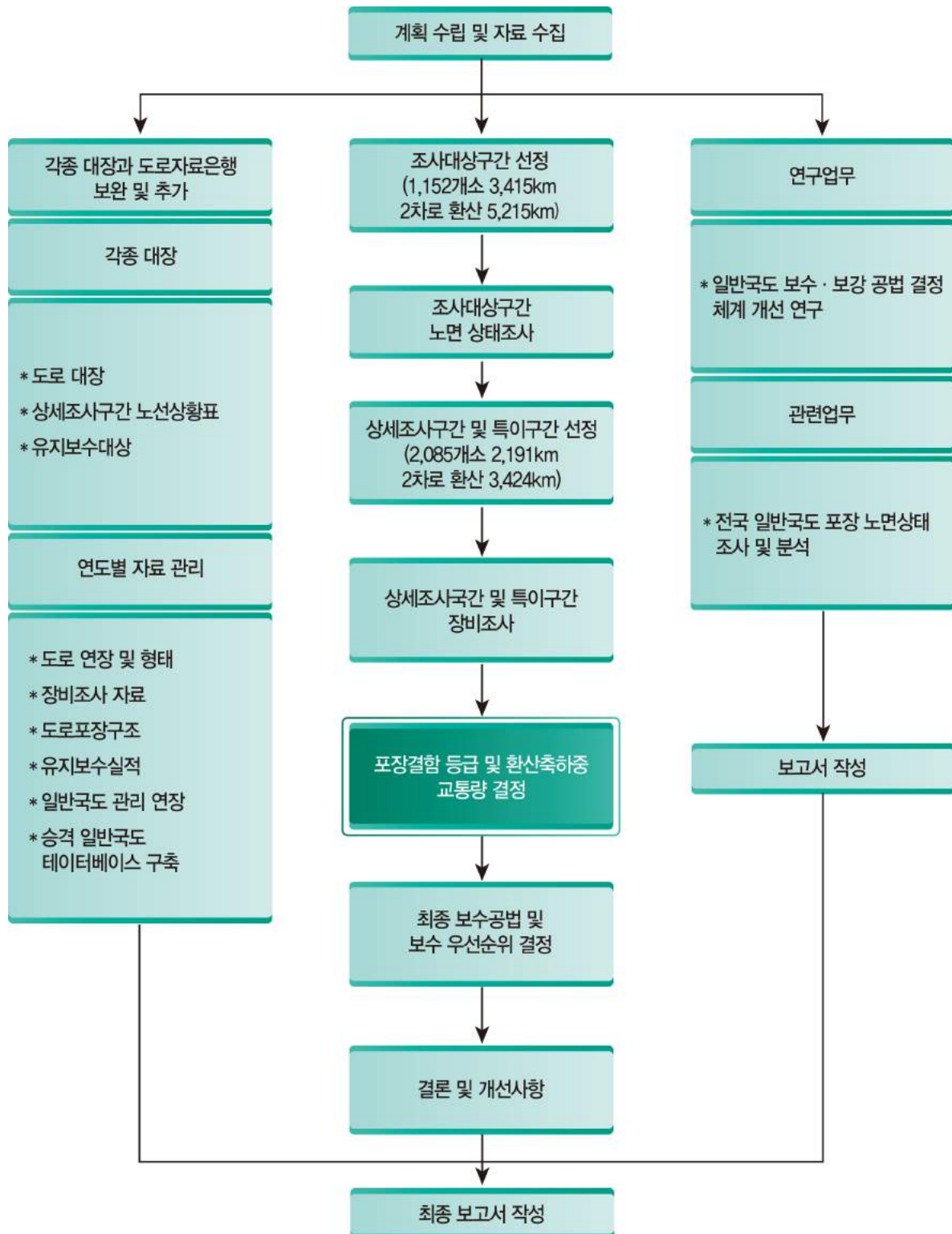
(2) 포장 단면 조사

레이더투과검사기(GPR)가 상세조사구간을 약 20~60km/h의 속도로 주행하면서 포장단면을 조사하였다. 조사된 자료는 처짐량 조사 위치와 유지보수이력이 변화되는 지점의 포장 단면을 분석하여 표층, 기층, 보조기층 두께 및 동공의 여부를 결정한다. 분석된 결과는 상세조사구간 노선 상황표에 입력되며, 처짐량 조사 자료의 온도 보정과 HDM-4 모델의 입력 자료로 활용한다.

제 / 5 / 장

포장 품질 등급 및 환산축하중 교통량 결정





제 / 5 / 장 포장 품질 등급 및 환산축하중 교통량 결정

상세조사구간의 포장 상태는 노면 상태 조사를 통한 포장체의 표면 결함 상태를 파악하고, 처짐량 조사를 통하여 포장체의 지지력을 검토하는 것으로 수행된다. 포장 품질 등급(Q 등급)은 표면 결함 등급(VI 등급)과 처짐량을 조합하여 Q1부터 Q9까지 9단계로 구분한다.

5.1 포장 품질 등급 결정

포장 품질 등급을 분석하기 위해서는 다음 두 가지 자료가 이용된다.

- 포장 표면의 결함 상태를 표시하는 표면 결함 등급(VI 등급)
- 지지력을 나타내는 처짐량(Deflection)

이 두 가지 변수의 조합만으로 포장 상태를 완벽하게 평가하는 것은 실질적으로 어렵다. 특히 포장 상태가 양호한 구간에 대해서는 불확실성이 높은 것으로 나타난다. 예를 들어, 노면 상태가 양호하다고 해서, 포장 상태가 항상 양호하다고 결론을 내릴 수는 없다. 양호해 보이는 구간이 단지 표면처리나 덧씌우기를 최근에 실시하여 양호해 보인다가거나, 포장이 나빠지기 시작하는 직전 단계일 수도 있기 때문이다. 이와 마찬가지로 처짐량이 작다고 항상 포장 상태가 양호하다는 것을 의미하지 않는다. 예를 들어 노상이 동결된 겨울철에 처짐량이 작다고 포장이 양호한 상태라고, 단정 지을 수는 없기 때문이다. 아스팔트 콘크리트의 소성변형은 지지력뿐만 아니라 아스팔트 콘크리트 재료 자체의 특성과도 밀접한 관계가 있기 때문에 포장 파손의 원인이 지지력과 상관없을 수도 있다. 따라서 본 과업에서는 노면 상태 조사 결과치인 VI 등급과 HWD 조사 결과인 처짐량을 모두 고려하여 포장 상태를 평가하였다. VI 등급은 아래와 같이 A, B, C의 세 그룹으로 나누어 분류하였다.

-
- A = 등급 1 : 균열이 없고 변형이 없음
 - B = 등급 2 ~ 3 : 약간의 변형과 함께 균열 발생
 - C = 등급 4 ~ 7 : 심한 균열과 변형 발생
-

처짐량은 대표 처짐량을 기준으로 3개의 그룹으로 나누었다. 처짐량의 하한선($d1$)과 상한선($d2$)은 '87년 조사 과업시 전국을 대상으로 306개의 대표구간에 대한 포장 표면 상태(육안 조사 등급)와 처짐량 수치에 관한 세부 분석을 통하여 하한선($d1$) 0.6mm, 상한선($d2$) 1.0mm로 결정되었다. 그러나 '87년 조사 당시 이용하였던 Deflectograph 장비는 벤켈만 빔을 자동화한 형식의 처짐량 측정장비로 정적인 상태에서의 처짐량을 측정한다. 그러나 본 과업에 이용되는 HWD 장비는 동적 하중을 이용하기 때문에 처짐량 측정 방식에 따른 보정이 필요하다. 따라서 다음과 같은 관계식으로 보정을 실시하였다.

$$BB(in \times 10^{-3}) = 1.33269 + 0.93748 HWD(in \times 10^{-3})$$

- $d1$ 10ton 기준 : $BB = 0.6mm \rightarrow HWD = 0.6039mm$
 - $d2$ 10ton 기준 : $BB = 1.0mm \rightarrow HWD = 1.0306mm$
-

① 하중량 보정

하중보정의 경우 일반적인 트럭의 단축하중이 8.2ton인 것을 고려하여, HWD는 축하중의 절반인 4.1ton으로 보정한다. 재하하중 보정은 다음 식을 이용하였다.

$$d_{8.2} = (8.2/10) \times d_{10}$$

- $d1$ 8.2ton 기준 : $HWD = 0.6039mm \rightarrow HWD = 0.4952mm$
 - $d2$ 8.2ton 기준 : $HWD = 1.0306mm \rightarrow HWD = 0.845mm$
-

위의 보정 절차를 통해 처짐량 하한선 및 상한선을 보정하였다.

- 처짐량 하한선 ($d1$) : 0.5mm
- 처짐량 상한선 ($d2$) : 0.85mm

이 두 가지 조사 자료를 결합하여 다음 <표 5.1>과 같은 포장 품질 등급 기준표를 구하였다.

〈표 5.1〉 포장 품질 등급 기준표

치 결 방 VI 등급 (mm)	I	0.5 미 만	0.85 미 만	III
1	Q 1	Q 2		Q 7
2 - 3	Q 3	Q 5		Q 8
4 - 7	Q 4	Q 6		Q 9

Q1에서 Q9까지 분류되는 포장 품질 등급은 다음과 같은 내용을 포함하고 있다.

- Q1, Q2는 표면상태가 양호하고, 지지력도 양호 내지는 보통임을 나타낸다. 따라서 일상적인 유지보수 작업이 요구된다.
- Q3는 표면상태가 불량하지만, 지지력은 양호한 구간으로 향후 포장 상태가 급속도로 나빠질 위험성을 내포하고 있다. 따라서 교통량에 따라 덧씌우기 여부를 판단하도록 한다.
- Q4와 Q5는 불확실한 상태로 두 가지 변수가 상충되어 있는 상태이다.
- Q6은 표면상태가 매우 불량하고, 지지력도 불량한 상태를 나타낸다. 따라서 반드시 덧씌우기를 실시하도록 한다.
- Q7, Q8, Q9는 지지력이 매우 불량한 구간이다. 이 구간은 단순한 덧씌우기 공법만을 실시하기보다는 치짐이 과도하게 발생하는 원인을 분석하기 위하여 특이구간으로 분류하고, 특이구간 운영지침에 의해 보수공법을 결정하도록 한다.

보수대책이 불확실한 Q4와 Q5 구간에 대해서는 다음과 같은 항목에 대한 보완과 분석을 통하여 해결할 수 있다.

- 포장재령
- 최근 보수 작업일자
- 교통량

이와 같은 보완과 분석에는 담당 기술자의 경험이 요구되고, 과업 수행 시 보완과 분석을 통한 재조정은 다음과 같다.

- Q4는 지지력은 양호하나 표면파손 정도가 높은 상태이다. 상세조사구간에 대한 처짐량과 표면 결함 특성을 검토하여 처짐량과 표면결함 중 지배 인자를 결정하여 Q3 또는 Q6으로 재조정한다.
- Q5는 처짐량과 파손정도가 모두 중간상태를 나타낸다. 상세조사구간에 대한 처짐량과 표면 결함 특성을 검토하여 처짐량이 지배적이나, 표면결함이 지배적이냐에 따라 Q2 또는 Q3, Q6으로 재조정한다.

본 과업에서는 위와 같이 결정된 각 상세조사구간의 포장 품질 등급을 현장실사를 통하여 최종보수공법을 결정하는 데 참고 자료로 사용하였다.

5.2 환산 축하중 교통량 결정

도로 포장의 파손에 가장 크게 영향을 미치는 인자는 실제 교통량이다. 따라서 도로 포장은 예상되는 교통량을 적정한 서비스 수준으로 통과시킬 수 있도록 설계되어야 한다. 교통량이 도로 포장의 파손에 미치는 영향은 차종별 축하중과 관련된다. 즉, 축하중이 큰 중차량이 승용차보다 포장의 파손에 큰 영향을 미친다. 따라서 다양한 축하중을 가지는 교통량을 표준 축하중으로 환산한다. 또한 포장의 설계기간 내에 예상되는 교통량으로부터 환산한 표준 축하중의 통과량을 환산 축하중 교통량(Equivalent Single Axle Load, ESAL)이라 하며 본 과업에서는 다음과 같이 결정하였다.

- 표준 축하중의 설정
- 축하중 조사와 축하중 환산 계수 산정

(1) 표준 축하중의 설정

표준 축하중의 설정은 국내에서 가장 일반적인 차량의 단축하중을 설정하는 것이 보통이지만 국내 도로 구조령에는 명확히 규정되어 있지 않고, 자동차 안전 기준에 관한 규칙 제 4조와 자동차 안전 기준에 관한 규칙 제 6조에 최대 축하중을 10ton으로 규정하고 있다. 따라서 본 과업에서는 10ton 단축하중을 표준 축하중으로 적용하였다. 또한 축하중은 일반적으로 2개의 복륵을 갖는 단축하중을 말한다.

참고로 외국의 포장 설계 기준으로 적용하고 있는 표준 축하중은 <표 5.2>와 같다.

<표 5.2> 외국의 포장 설계 기준 표준 축하중

축중(Ton) \ 나 라	Geneva Convent	AASHTO	미국	프랑스	독일	대만	영국	이태리	E. E. C. (호주)	일본
단축	8.0	9.1	10.9~8.2	13.0	10.0	8.0	9.0~11.0	10.0	10.0~13.0	10.0
복축(Tandem)	14.5	14.5	18.4~14.5	21.0	16.0	11.0	16.0~18.0	14.5	16.0~19.0	

자료 : 1) 한국도로협회, '도로의 구조·시설 기준에 관한 규정'

2) International Road Federation, "Limit of Motor Vehicle Sizes and Weight"

(2) 축하중 조사 및 축하중 환산 계수 산정

축하중 조사는 1987년 1차 조사 과업에서 포장된 전 일반국도 중 10개소를 선정하여 8~9월 사이에 휴대용 축중계와 고정 축중계를 이용하여 실시되었다. 그 결과 <표 5.3>과 같은 결과를 얻었으며 본 과업에 적용하였다.

<표 5.3> 환산 축하중 조사 결과

차 종	대 수	축 1	축 2	축 3	축 4	축 5	축 6	계	건의
버 스	19,256	0.043	0.187					0.230	0.30
트 렉	28,302	0.004	0.099					0.103	0.10
중 트 렉									
· 2축	11,556	0.158	0.744					0.902	
· 3축	12,662	0.169	1.166	1.166				1.335	1.20
트레일러									
· 4축	103	0.074	0.666	0.807	0.632	0.632		2.199	
· 5축	3,263	0.093	0.909	0.909	0.923	0.923		1.925	2.00
· 6축	105	0.081	0.617	0.617	1.041	1.041		1.739	

환산 축하중 계수는 표준 축하중이 1회 통과가 포장 파손에 미치는 영향과 동일한 영향을 미치는 특정 축하중의 통과 횟수의 역수가 된다. 즉, 표준 축하중보다 큰 축하중은 축하중 환산계수는 1보다 크게 되며, 반대로 표준 축하중보다 작은 축하중에 대한 축하중 환산계수는 1보다 작게 된다.

포장의 거동을 이론적으로 해석하기 위해서는 주로 두 개의 변수가 이용된다. 첫 번째는 아스팔트 표층 하부에 발생하는 인장응력 (σ_t) 또는 인장변형률 (ϵ_t)이고, 두 번째는 노상 표면에 발생하는 압축응력 (σ_z) 또는 압축변형률 (ϵ_z)이다. 축하중 통과 대수는 먼저 각 변수의 허용 한계치를 설정하고, 재료의 피로 곡선을 이용하면 각 변수가 허용 한계치에 도달할 때까지 통과시킬 수 있는

횡수로 계산할 수 있다. 즉, 단축하중 P_1 에 의해 발생하는 응력을 σ_1 이라 하고, 단축하중 P_1 가 1회 통과했을 경우 포장에 가하는 손상을 D_1 이라 하면, 다른 단축하중 P_2 에 의한 손상량 D_2 와의 관계는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$D_1 = D_2 \left(\frac{\sigma_1}{\sigma_2} \right)^{\frac{1}{b}}$$

여기서, $\frac{1}{b}$ = 재료의 피로 곡선에서 기울기이다.

Hogg와 Westergard의 모델에 의하면 아래 식에서와 같이 발생하는 σ_1 은 작용하는 P_1 에 비례한다.

$$\sigma_1 = \frac{P_1}{h} f \left(\frac{E_1}{E_2}, \frac{h_3}{a_3} \right)$$

여기서, h = 층의 두께,

a = 바퀴 접지층의 직경(원이 될 것으로 가정),

E_1, E_2 = 포장층에 따른 계수이다.

따라서 AASHTO에서는 축하중에 의한 포장 파손의 상대적인 영향을 다음과 같은 일반식으로 제안하고 있다.

$$D_1 = D_2 \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^a$$

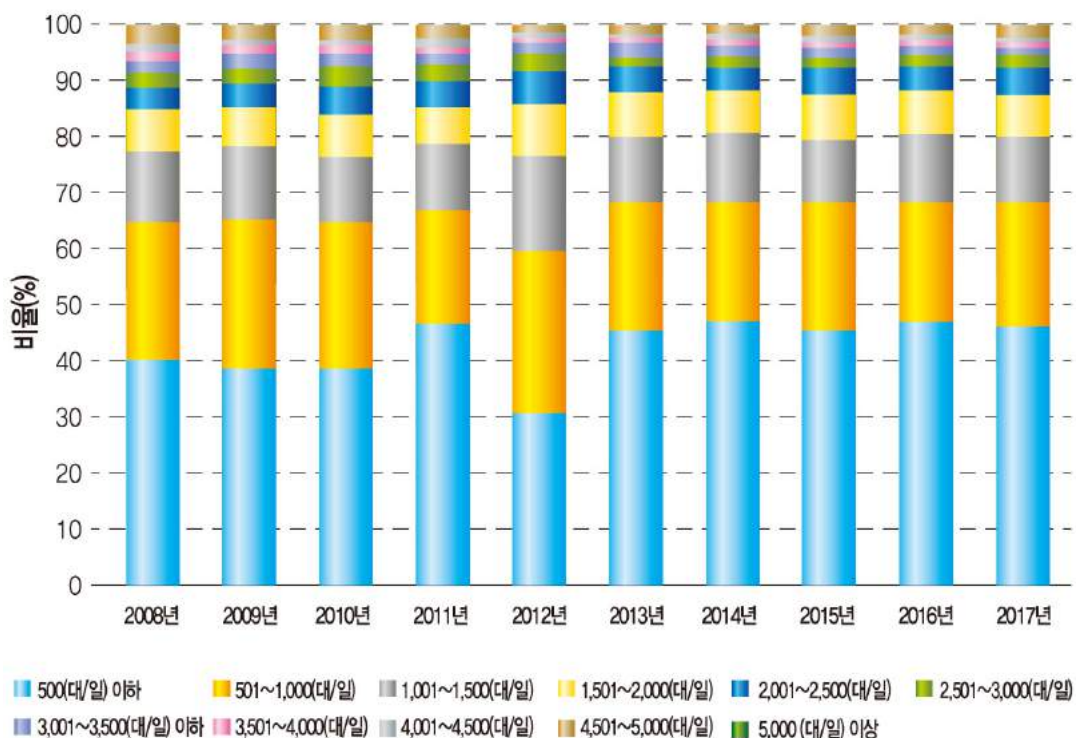
여기서, a 는 $\frac{1}{d}$ 로써 피로 곡선의 기울기를 의미한다.

본 과업에서는 다음과 같은 축하중 환산 계수를 적용하였다.

- 버 스 = 0.30
- 경 트 렉 = 0.10
- 중 트 렉 = 1.20
- 트레일러 = 2.00

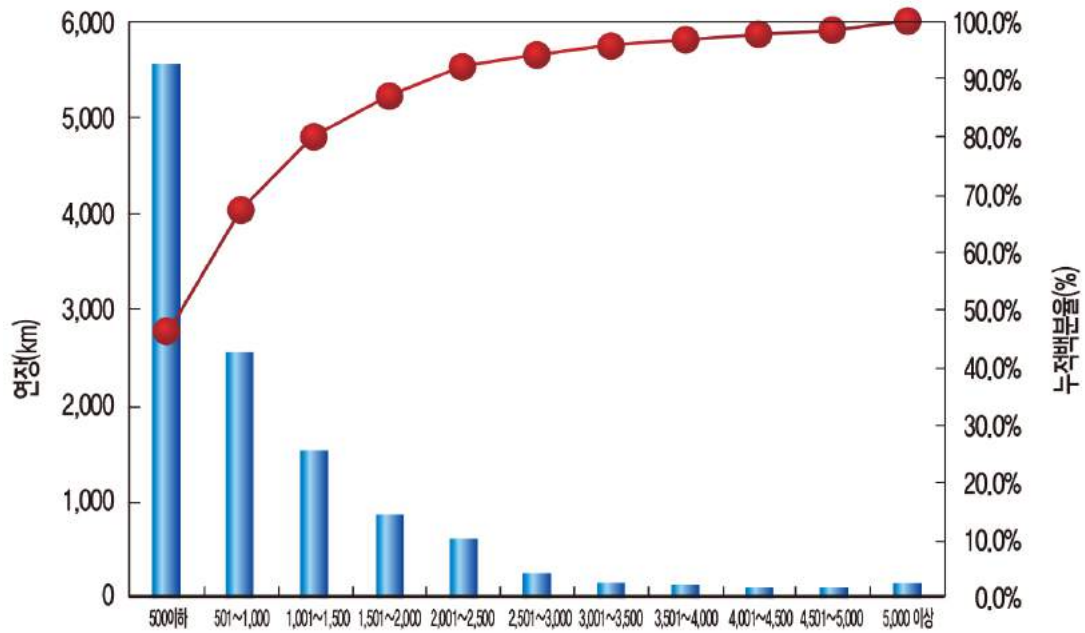
5.2.1 일반국도 환산 축하중 교통량 분포

환산 축하중 교통량은 국내에서 실시하는 교통량 조사 중 가장 오래된 것으로 가장 많은 조사 지점을 포함함으로써 가장 신뢰할 수 있는 자료이다. 따라서 본 과업에서는 국토교통부에서 매년 발간되는 ‘도로 교통량 통계 연보’를 기준으로 연 평균 일 교통량(Annual Average Daily Traffic, AADT)과 축하중 환산 계수를 고려한 환산 축하중 교통량(ESAL)을 사용하였다. 최근 10년간 일반국도의 환산 축하중 교통량 분포는 〈그림 5.1〉과 같다. 일반국도의 환산 축하중 교통량은 전국적으로 500(대/일)이하가 가장 많이 분포되어 있음을 알 수 있다.



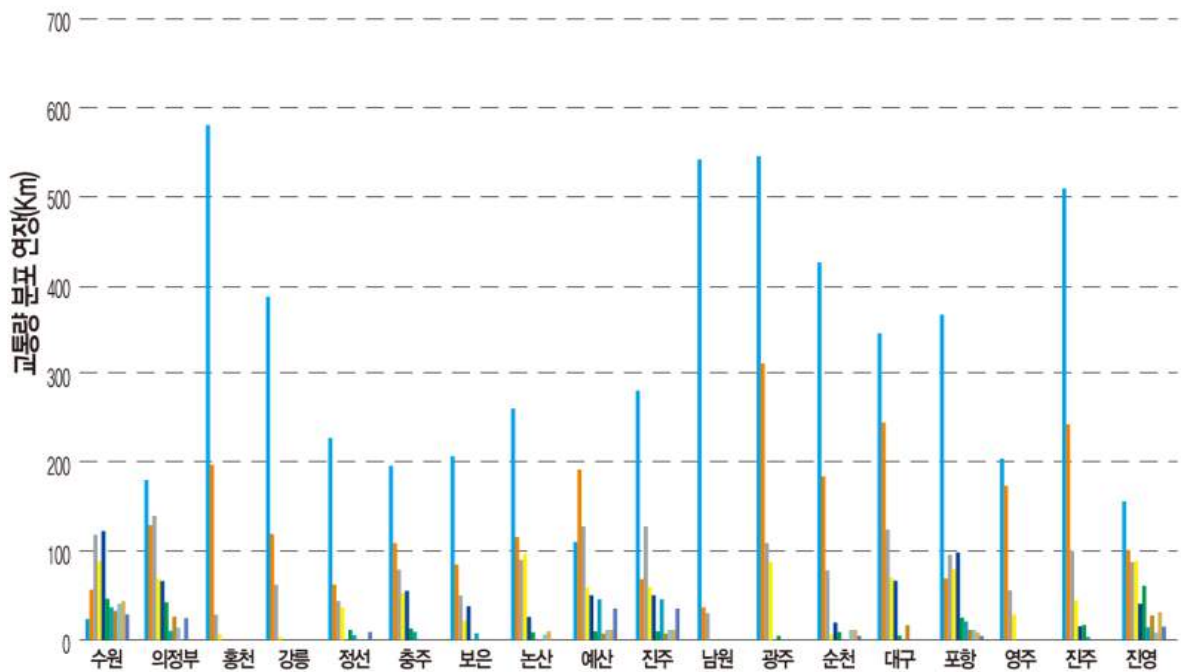
〈그림 5.1〉 연도별 환산 축하중 교통량(ESAL) 분포 현황(2008년 ~ 2017년)

본 과업에 적용된 2017년 교통량을 연 평균 일 환산 축하중 교통량 그룹별 분포는 〈그림 5.2〉과 같고, 사무소별 분포는 〈그림 5.3〉과 〈그림 5.4〉와 같다. 사무소별 분포 현황을 보면 수원, 의정부국토관리사무소가 수도권과 가까워 중차량이 가장 많이 다니는 것으로 나타나고 다음으로 예산, 포항, 전주, 진영국토관리사무소 순으로 나타난다. 반면 홍천, 강릉, 남원, 광주, 영주국토관리사무소는 소형 차량은 많이 다니고 있으나 중차량의 이용은 적은 것으로 나타난다.

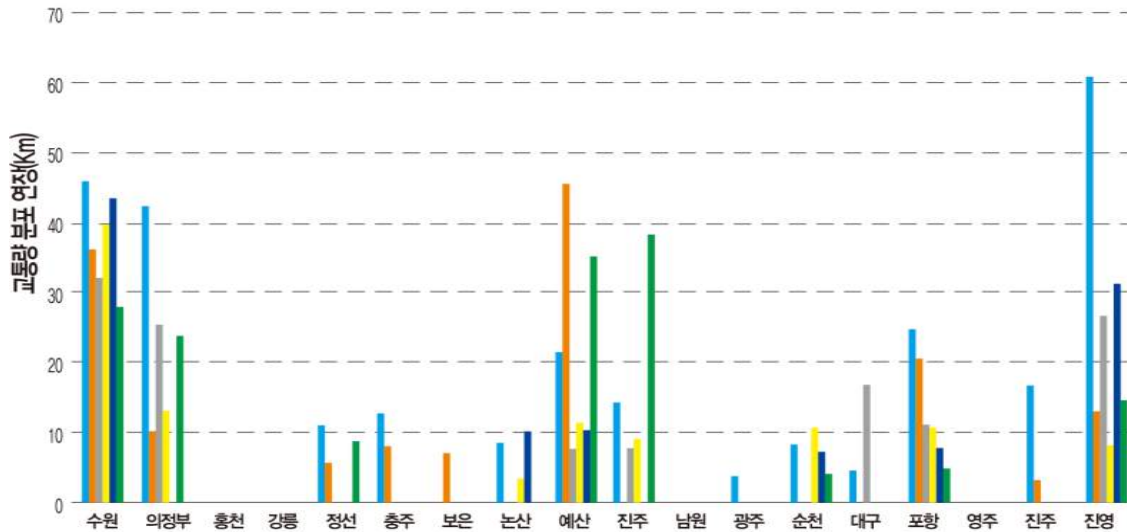


환산축하중교통량(대/일)

〈그림 5.2〉 연 평균 일 환산 축하중 교통량 분포(2017)



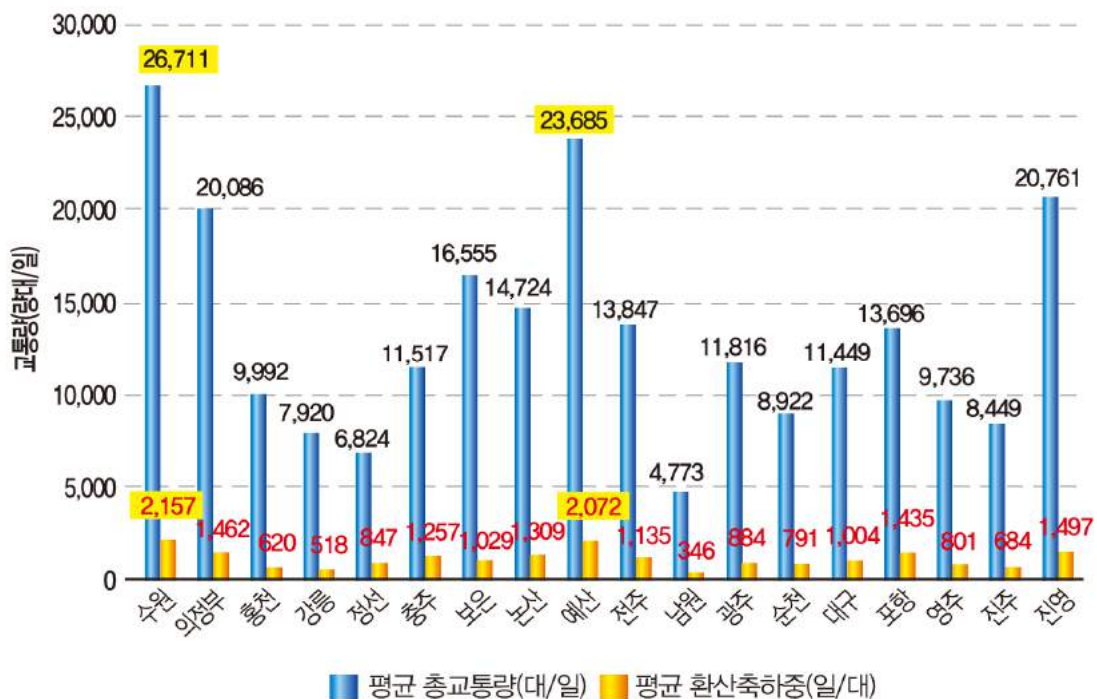
〈그림 5.3〉 사무소별 환산 축하중 교통량(ESAL) 분포 현황(2017) - 1



〈그림 5.4〉 사무소별 환산 축하중 교통량(ESAL) 분포 현황(2017)-II

5.2.2 2018년 상세조사구간의 교통량 분포 현황

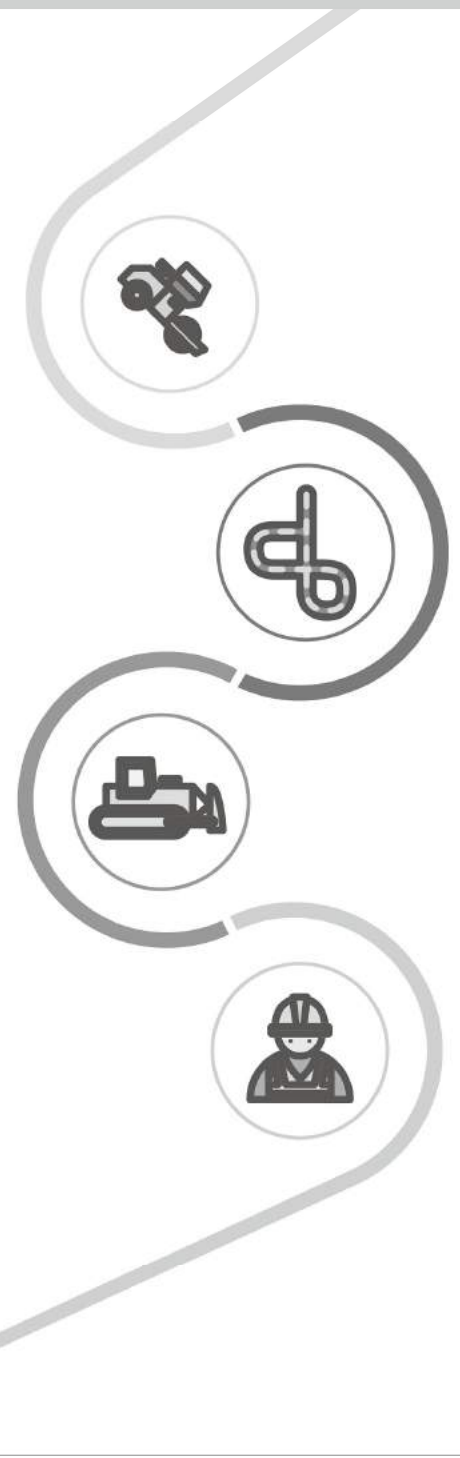
2018년도 상세조사구간의 교통량 현황은 〈그림 5.5〉와 같이 총교통량(대/일)은 수원, 예산국토관리사무소가 높은 것으로 나타났으며, 환산축하중 교통량(대/일)은 수원, 예산국토관리사무소가 높은 것으로 나타났다. 각 구간별 세부사항을 〈부록 4〉에 수록하였다.

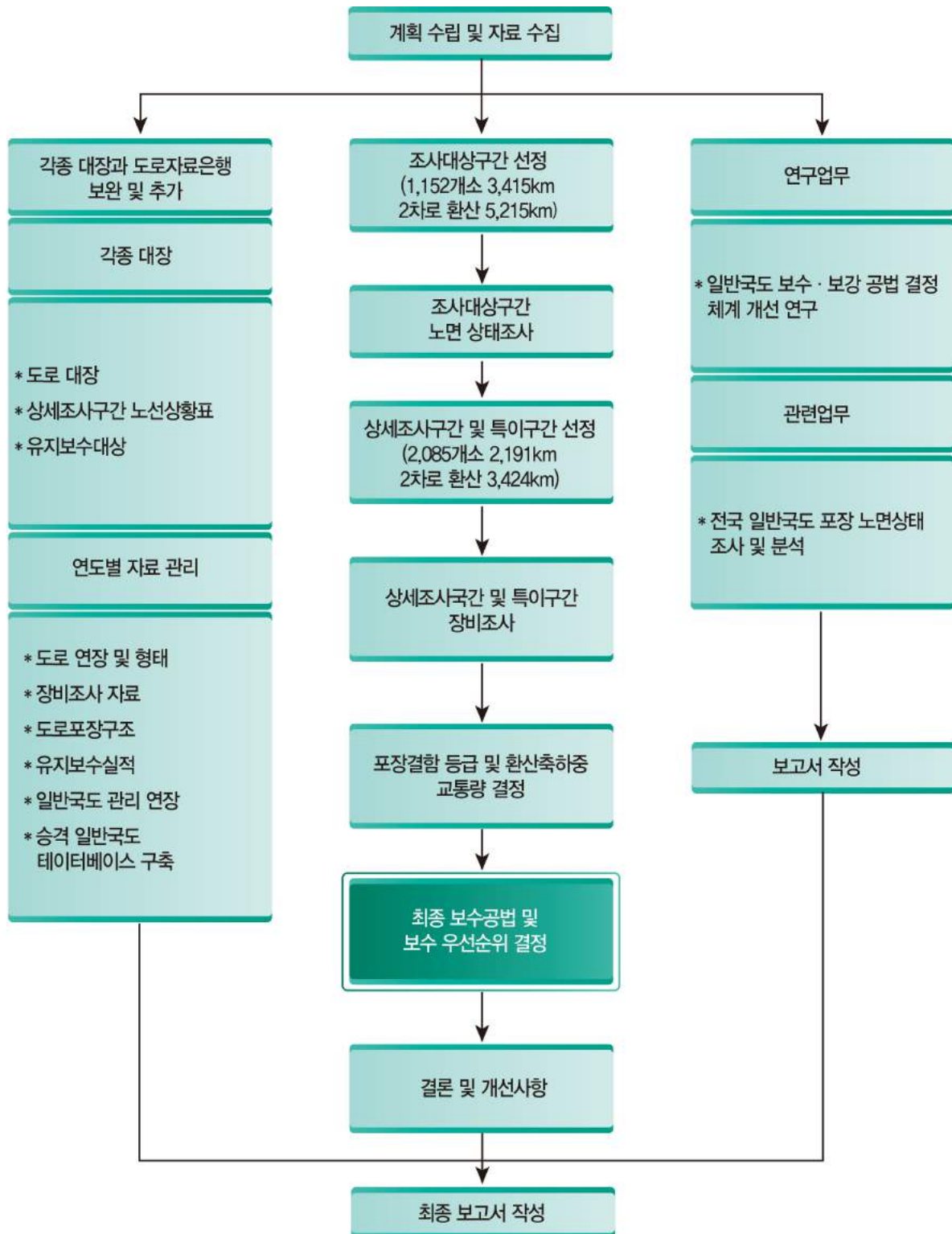


〈그림 5.5〉 2018년 국토관리사무소별 상세조사구간의 교통량 분포 현황

제 / 6 / 장

최종 보수공법 및 보수 우선순위 결정





제 / 6 / 장 최종 보수공법 및 보수 우선순위 결정

6.1 현장실사

6.1.1 현장실사 개요

자동장비조사를 통하여 상세조사구간을 조사했을 당시의 포장상태와 이후 포장상태가 다소 달라질 수 있다. 현장실사를 통하여 실제 현장의 상황을 최대한 반영하고, 보수 및 보강 공법의 타당성을 재검토하였다. 현장실사에서는 다음과 같은 사항을 점검하였다.

〈현장실사 점검 내용〉

- 상세조사구간의 적절성 여부 확인
- 조사구간의 시·종점 거리표 확인
- 포장파손의 원인, 배수시설 등 전반적인 포장상태의 문제점 파악
- 포장상태가 불량하면서 보수예정구간이 아닌 구간의 정확한 위치 파악
- 분석자료와 현장포장상태 비교
- 4차로 이상의 구간에서 차로별 보수공법의 차등 적용여부 확인
- 보수구간의 오르막차로 연장 및 포장상태, 신호등, 교차로 부근의 포장상태 확인
- 전단면 소파보수의 연장 및 특이구간의 정확한 위치 확인
- 소성변형 방지 공법 적용 여부 확인
 - 전체적으로 소성변형이 발생한 구간과 부분적으로 발생한 구간을 구분
 - 부분적으로 발생한 구간의 정확한 위치와 연장
- 소성변형 방지공법 적용 시 절삭 두께의 결정(두께 자료를 참고로 절삭 두께를 결정)
- 국부적 포장체 불량구간(포트홀)의 위치 및 연장 확인
- 현장 재생포장(Recycling) 적용구간 확인
 - 덧씌우기 보수가 문제(단차)가 될 수 있는 구간
(시가지역 및 중앙분리대, 교차로경계석 등)

- 현장실사를 통해 상세조사구간이 적절하지 못한 구간은 더 세분화하여 구간을 분할하였으며, 조사 자료와 상이한 경우 원인 분석을 통해 수정하였다. 전체적으로 상태가 양호한 구간이라도 신호등, 교차로 부근에 소성변형이 발생한 구간에 대해 소성변형 방지공법 적용을 검토하였다. 또한 전체적으로 양호한 일상보수 구간 중 노면의 노후화와 블리딩 발생 구간에 예방적 유지보수공법 적용을 검토하였으며, 기능성 포장의 적용 및 4차로 이상 구간에서 차로별 보수공법의 차등 적용 여부 등을 검토하였다. <그림 6.1>은 현장실사 조사 결과 예를 나타낸 것이다.

사 진 대 지

측도 방법		상세 측정 위치						차로수	면적 (㎡)	총 교량면적	평균 측량면적
구간	측점	서점	구간	측점	종점						
218(255)	51	54	5,000	주외위상거리	54	3,900	충돌로A1	4	1,827	22,314	1,344

도상상대							보수이력		
측 구간별 (%)	거북등 관람용 (%)	소지 보유율 (%)	소입면적 (㎡)	종단 확장면 (㎡)	지점별 (㎡)	도상면적 총량 (㎡)	최초교량	보수시기	보수처리
35.13	2.73	0.89	7.43	2.46	0.22	4	1972	88(SAC), 911(SAC), 888(SAC) +94C, 146(중)+5AC	12(중)

상대구간 측정일차	포상상대			교량	교상면적	기타
	양교	보통	완충			
0		0	0	0		

교량 앞면 형태				교량 전면 앞면 형태				면적확 차량용량 (㎡)	측수준면 적 차량용량 (㎡)
전세척	부분척	불처리부 및 유여	전세척	부분척	불처리부 및 유여				
0		5						0	

현황

1.8 - 1.85 준거치

0.6 - 0.85 반노출
0.05 - 0.4기부수(2)
3.0 - 6.5 준거치
0.4 - 0.5 준거치(2)
0.5 - 1.0 기부수
0.85 준거치
1.5 - 1.8 준거치

관료결과

전라권 방노출 소파, 준거치 거북등 불처리, 준거치 + 전상 + 개량
X: 1.8 준거치(0.2), 비방출(0.1) 개량

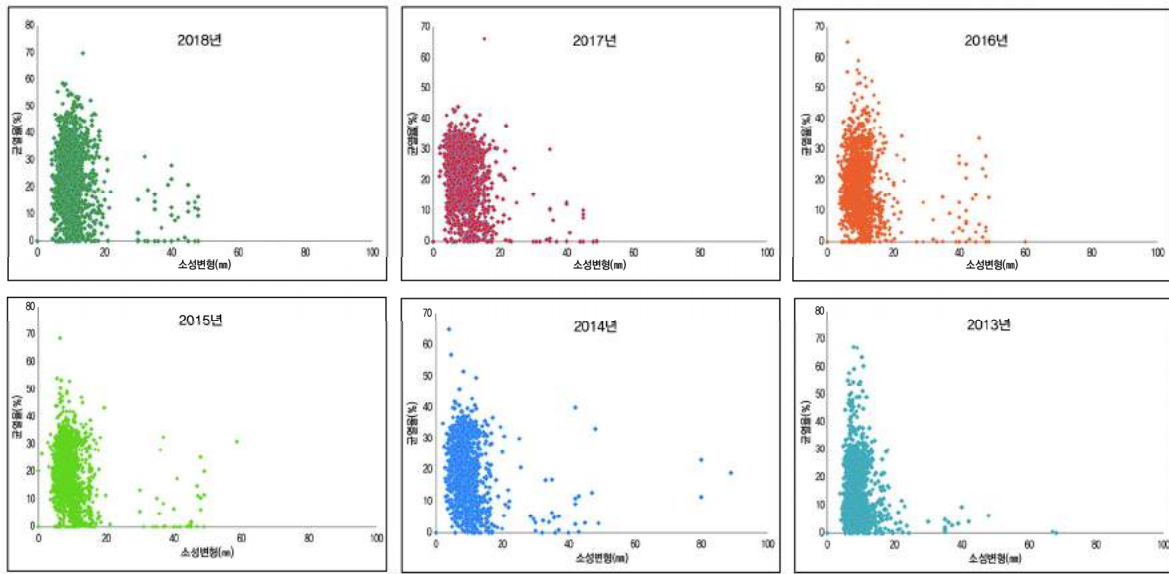
보수이력	0	보수결과	전상 + 개량
조사일자	10/14	조사자	



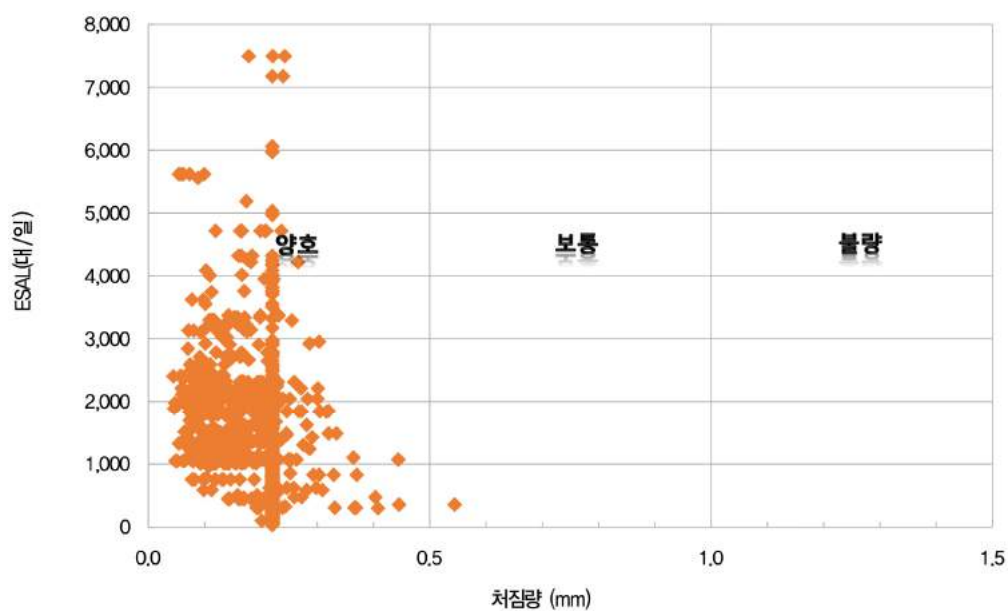
94 한국건설기술연구원

6.1.2 현장조사 분석결과

상세조사구간에 대한 노면상태 조사와 구조적 상태 조사 결과를 <그림 6.2>와 <그림 6.3>에 나타내었다. 노면상태 조사결과 대부분의 파손형태는 균열이었으며, 소성변형이 심하게 발생한 구간은 대부분 교차로 구간인 것으로 조사되었다. <그림 6.3>에 나타난 것과 같이 대부분의 구간이 구조적으로는 안정적인 상태를 나타내고 있어 구조적인 보강이 필요하지는 않으며 노면파손 상황에 따라 노면의 기능적인 보수만 필요한 것으로 조사되었다.

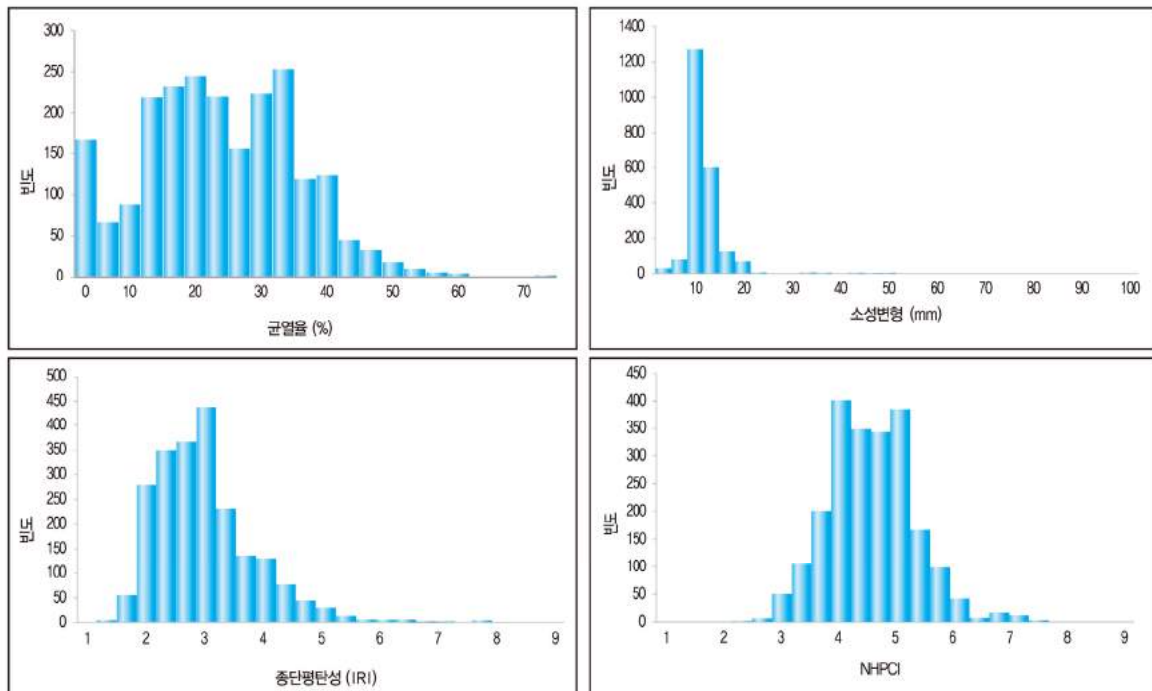


<그림 6.2> 최근 6년간 노면상태 조사 결과



<그림 6.3> 구조적상태 조사 결과

파손 요소별 및 일반국도 포장평가지수(NHPCI)⁶⁾의 분포 현황을 <그림 6.4>에 나타내었다. 파손 요소별 전체 평균값은 균열률이 21.6%, 소성변형량이 10.07mm로 2017년도에 비해 균열률은 7.2% 증가, 소성변형량은 2.2mm 증가하였다. 종단평탄성의 경우 약 2.8m/km로 2017년도(2.8m/km)와 같게 나타났다. NHPCI는 평균 4.4으로 나타났다.



<그림 6.4> 2018년도 파손 요소별 및 일반국도 포장평가지수 분포 현황

6.2 아스팔트콘크리트포장 구간의 보수 공법 결정 배경

도로포장관리시스템은 도로와 관련된 환경, 시간 등의 손실까지도 포함하는 모든 비용을 최적화하는 경제성 분석이 중심이다. 따라서 최적의 보수공법과 우선순위 결정은 효율적 이면서도 경제성이 고려된 보수대안을 결정해야 된다. 일반국도 포장관리시스템 도입 당시에는 포장 노면상태와 구조적상태에 따라 기술적인 보수대안을 결정하고, 기술적 보수대안과 한 단계 아래 공법, 한 단계 위의 공법을 차선택으로 보수를 하지 않는 것과 보수대안을 시행하는 것에 대해 경제성을 평가하여 가장 경제성이 있는 대안을 최적 보수대안으로 결정하였다. 1990년대 후반 소성변형이 사회적인 문제로 대두되고, 이를 억제하기 위해 개발된 개질아스팔트 콘크리트나 SMA와

6) 2007년 도로포장관리시스템 연구과제에서 일반국도 포장평가지수인 NHPCI를 개발하였다. NHPCI 개발 목적은 정책결정자, 도로관리자, 도로이용자가 전체 일반국도의 포장상태를 파악하기 위한 의사소통의 수단으로 정량적인 값을 사용하기 위함이었다.

같은 공법의 적용이 증가하고, 수막현상 감소, 교통소음 저감 등의 기능을 가진 배수성포장 적용이 증가하면서 2001년부터는 소성변형이 발생된 구간에는 개질아스콘포장을 기능성포장 적용 구간에는 배수성포장을 우선적으로 결정하고, 이를 제외한 나머지 구간에 대해 경제성 분석을 통해 보수공법과 우선순위를 결정하였다. 2005년에는 도로포장관리시스템 도입 당시 보수공법 결정 방법처럼 경제성분석을 통해 보수 여부를 우선적으로 결정하고, 소성변형이 발생된 구간, 기능성을 필요로 하는 구간에 대해 개질아스콘포장과 배수성포장을 결정하는 것으로 보수공법 결정 방법을 변경하였다. 2006년 감사원에서 본 보수공법 결정 방법에 대해 유지보수기준을 설정하고, 기준에 따라 우선유지보수 구간을 결정하고, 잔여 대상구간에 대하여는 경제성 분석을 실시하여 우선순위를 결정할 것을 권고하였다. 2007년 연구업무에서 전문가 패널을 구성하여 보수공법결정을 위한 균열 및 소성변형 기준값을 도출하고, 보수공법 결정체계를 개선하였으며 2009년부터 배수성포장은 품질이 기준(시공, 재료)에 미치지 못하여 보수공법에 적용하는 것을 잠정적으로 보류하고, 품질이 향상되면 시험포장을 통하여 적용할 예정이다.

6.3 보수 공법 적용 대안 선정

보수 공법은 포장상태(균열률과 소성변형량)와 교통량을 기준으로 보수공법결정체계를 따라 결정하였다. 보수공법결정체계는 포장상태, 관련 예산 규모, 공법 변동 등의 상황을 고려하여 최적화하여 적용하고 있다. 예를 들어 아스팔트포장에서 균열률이 30% 이상인 경우 일반 덧씌우기를 실시 전 소파보수 물량이 많아져서 절삭+덧씌우기와 비용 상 큰 차이가 없는 반면에 구조적 지지력은 저하되는 것으로 판단되어 2008 도로포장관리시스템에서 우선보수로 적용한 ‘균열률 50% 이상’을 ‘균열률 35% 초과’로 기준을 낮추어 균열 보강 공법을 적용하는 것으로 보수 공법 결정체계를 변경하였다. 2011 도로포장관리시스템에서는 균열보강 +5AC공법 기준을 균열률 35%에서 30%로 하향 조정하였고, 두 가지 특수포장 공법(섬유그리드 또는 개질아스콘, 절삭+5AC 또는 현장재생)을 단일공법(균열보강+5AC, 현장재생)으로 적용하였다. 2012년에는 유지보수 예산의 감소로 인하여 두 번에 걸쳐 보수공법 결정체계를 수정하여, 소성변형량 기준은 25mm, 균열률 기준은 30%로 상향 조정되었다. 2018년도에는 소성변형량 기준을 2011년도 수준인 15mm로 하였다. 또한 균열률이 28%를 초과하는 구간 중 거북등균열 비율이 40%초과 하는 4차로, 보수연장 0.5km 이상 구간에 대해서는 그리드+5AC공법을 적용하였으며, 일부 콘크리트 보수구간에 절삭(8cm)+방수층+덧씌우기 공법을 적용하였다. 2018년에 적용한 보수공법 적용 원칙을 요약하면 다음과 같다.

[보수공법 적용 원칙]

1) 덧씌우기

- ① 소성변형량 15mm 이상 또는 균열률 28% 초과 : 우선보수
- ② 균열률 20% 이상, 28% 이하 : 경제성 검토

2) 절 삭

- ① 소성변형량 15mm 이상
 - ▶ 소성변형량 20mm 초과이면 절삭+개질아스콘(5cm)
 - ▶ 소성변형량 15mm 이상, 20mm 이하 중 환산축하중 교통량(ESAL) 1,000대/일 이상이면 절삭+개질아스콘(5cm), 1,000대/일 미만이면 절삭+일반O/L
- ② 보수 대상 구간 중 부분 보수 구간(일부차로 또는 일 방향)
- ③ 현장 여건에 맞게 적용
 - ▶ 소성변형량 30mm 초과이면(신호등구간, 속도제한구간, 오르막 및 내리막구간, 쇼빙 및 코르게이션이 심하게 발생한 구간 등) 절삭(12cm)+7BB+개질아스콘(5cm)

3) 예방적 유지보수

- ① 균열률 2% 이상 ~ 10% 미만, 공용년수 7년 이상, 교통량(ESAL) ≤ 1,000이며
- ② 구조적으로 문제가 없는 2차로 구간 중 다음과 같은 구간에 적용
 - ▶ 미세한 균열이 구간 전체에 넓게 분포한 구간
 - ▶ 긴 공용기간으로 라벨링이 발생하는 등 표면이 노후한 구간

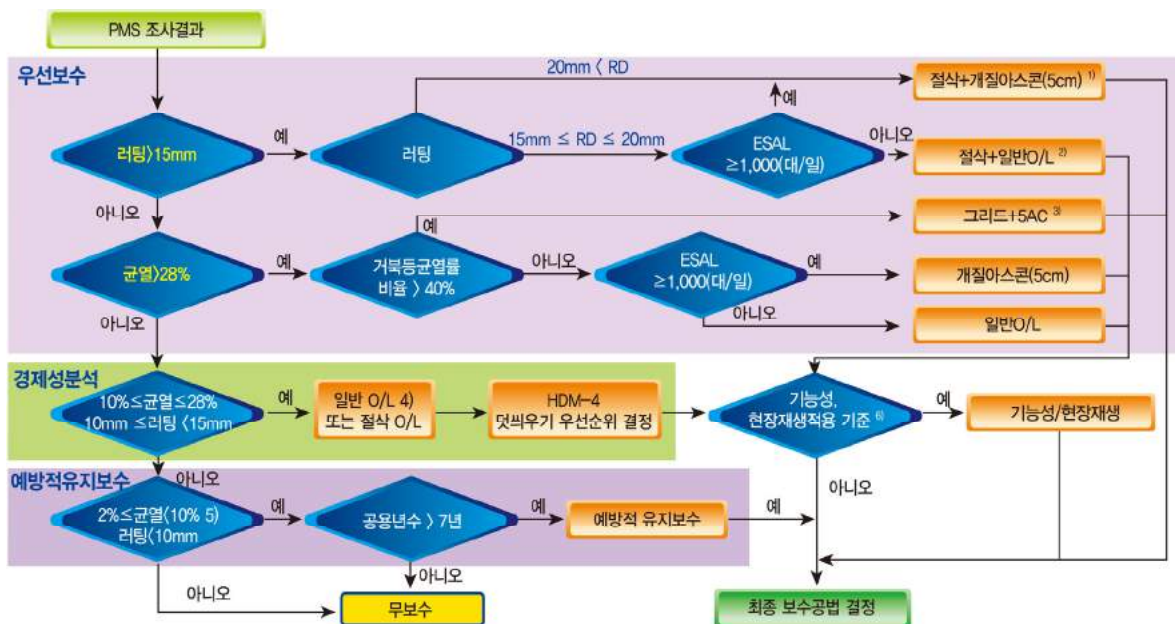
4) 기능성 및 재생 활용 구간

- ① 균열률 28% 초과 중
 - ▶ 거북등균열 비율이 40% 초과, 4차로, 보수연장 0.5km 이상 인 구간은 그리트+5AC(절삭구간 제외)
 - ▶ 거북등균열 비율이 40% 이하 일때 환산축하중 교통량(ESAL) 1,000대/일 이상이면 개질아스콘(5cm), 1,000대/일 미만이면 일반O/L
- ② 현장재생 활용 구간 검토
 - ▶ 덧씌우기 보수가 문제(단차)가 될 수 있는 구간
 - ▶ 부분보수(다차로 구간의 일부차로 또는 일 방향) 구간
 - ▶ 균열률 30% 초과, 4차로, 보수연장 2.0km 이상, 환산축하중 교통량(ESAL) 1,000대/일 미만 구간에 적용

5) 기타

- ① 균열실링 : 선상균열이 발생한 구간에 적용
- ② 소파보수 : 거북등균열 등 심각한 면상균열이 국부적으로 발생한 구간에 적용
 - 현장실사를 통하여 현장에 적합한 공법을 선정하고, 해당 사무소와 협의

위와 같은 기준으로 본 과업에서는 <그림 6.5>와 같이 개선된 보수공법결정체계에 따라 최종보수공법을 결정하였다.



<그림 6.5> 아스팔트포장 구간의 보수공법결정체계 흐름도

- 1) 절삭 + 개질아스콘(5cm) 등 현장 여건에 맞게 적용
- 2) 절삭 + O/L 등 현장 여건에 맞게 적용
- 3) 그리드+5AC 등 현장 여건에 맞게 적용
(당해년도 4차로, 보수연장 0.5km 이상 구간에 적용, 절삭구간 제외)
- 4) 10% ≤ 균열 ≤ 28% 이면 : 일반 O/L(경제성 분석을 통해 우선순위 결정). 다만, O/L 구간 중 주변 여건에 의해 절삭 O/L를 할 수 있다.
(당해년도 20% ≤ 균열 ≤ 28% 구간에 우선순위 적용)
- 5) 예방적 유지보수
 - 구조적으로 문제가 없는 2차로 구간에 적용
 - 미세한 균열이 구간 전체에 넓게 분포한 구간에 적용
 - 오랜 공용기간으로 라벨링 발생 등 표면이 노후한 구간에 적용
- 6) 기능성 포장 및 현장재생공법은 현장여건에 따라 국토관리사무소와 협의하여 결정.
 - 현장재생 : 균열률 30% 초과, 4차로, 보수연장 2.0km 이상, 환산축하중 교통량 (ESAL) 1,000대/일 미만 구간

6.4 보수 우선순위 결정

포장상태가 매우 불량한 구간은 우선보수대상을 제외한 나머지 구간에 대해서는 경제성을 분석 결과를 토대로 우선순위를 결정하였다. 경제성 검토 대상은 5cm 덧씌우기 대상구간 중 소성변형량이 10mm 초과, 15mm 이하이면서 균열률이 10% 이상, 28% 이하 구간이다. 본 보수공법을 차기년도에 수행하는 것과 수행하지 않는 것에 대한 분석기간 5년 동안의 총 비용의 차이를 세계은행(World Bank)에서 개발한 HDM-4 프로그램을 이용하여 분석하였다. 보수 우선순위는 할인율 3%를 고려한 순현재가치(NPV)를 기준으로 결정하였으며, 본 과업에서는 관련 예산을 고려하여 균열률이 20% 이상, 28% 이하인 구간에 대해서 보수 우선순위를 결정하였다.

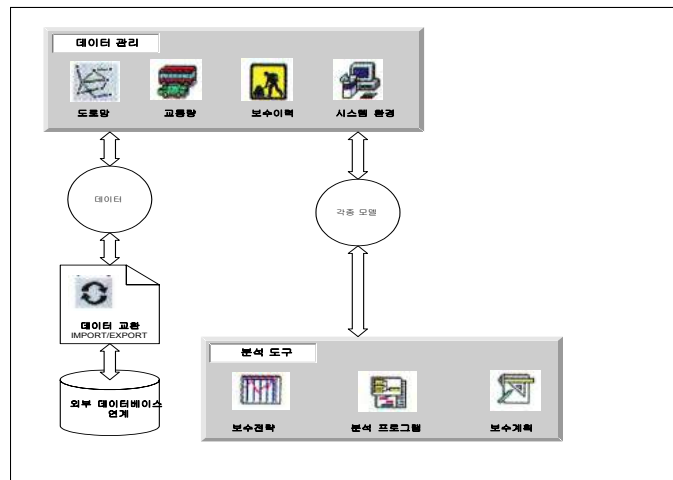
6.4.1 HDM-4 모델 개요

일반국도 포장관리시스템에서는 공학적으로 결정된 보수 공법의 상대적 경제성 및 보수 우선순위 결정을 위해 HDM을 이용하고 있다. 일반국도 포장관리시스템 도입 당시(1989년)부터 2000년까지는 HDM-3을 이용하였으며, 2001년부터는 HDM-4를 이용하고 있다. 세계은행에 의해 개발된 HDM-3은 도로 포장 관련 투자계획, 포장 유지 보수 계획 입안 등을 수행하기 위한 기본 모델로 20년 이상 세계 각국에서 이용해 왔다. 그러나 다음과 같은 기능상 제한 요소로 인하여, 최근 ISOHDM(International Study of Highway Development and Management, 영국: 버밍햄 대학교)에서는 사용자 환경의 획기적 변화 및 시스템 구조의 유연성을 증대한 HDM-4를 개발하였다.

- ▶ HDM-3의 기능상 제한 요소
 - 소프트웨어가 사용하기 어렵다.
 - VOC 모델에서 채용하고 있는 대표차량이 구식이다(보정에 어려움이 많다.)
 - 강성포장을 고려하지 못한다.
 - 포장 표면질감(Texture) 및 미끄럼 저항에 의한 영향을 고려하지 못한다.
 - 동결융해 조건을 고려하지 못한다.
 - 도로 안전 관련 비용을 고려하지 못한다.
 - 비동력 교통을 대상으로 하지 못한다.
 - 환경영향을 고려하지 못한다.

HDM-4는 HDM-3을 근간으로 그 기능을 대폭 확장하였으며, HDM-3에서 고려하지 못한 요소

(예를 들어 콘크리트 포장 분석)들을 추가하거나, 기존 포장 상태 예측 관련모델의 추가 보정 등을 통하여 모델의 완성도를 높였다. <그림 6.6>은 HDM-4의 간략한 시스템 구조를 나타낸다.



<그림 6.6> HDM-4 시스템 구조도

HDM-4 의 기술적 개선 사항을 정리하면 다음과 같다.

(1) 포장 측면

- 강성포장을 고려할 수 있다.
- 연성포장의 분석 영역을 확대하였다.
- 유지 보수 선택 대안 종류를 확장하였다.
- 비포장도로를 분석 대상으로 할 수 있다.
- 배수 영향을 고려한다.

(2) 도로 이용자 영향 측면

- 비 동력 교통을 고려한다.
- 혼잡 영향을 고려한다.
- 교통사고 영향을 고려한다.
- 도로 보수 작업 지체 영향을 고려한다.
- 교통 소음 방사도를 고려한다.
- 동력 소비영향을 고려한다.

HDM-4의 사용상 기대효과는 다음과 같다.

(1) 고도 포장 관리 측면

- 예산 소요 규모 예측
- 도로망 상태의 표준화 관리 가능
- 예산 정책 및 이용자 부담 부과 방안 설정
- 차량 운행 제한

(2) 중간 관리 측면

- 예산 할당
- 실시 유지보수 작업 프로그램 계획
- 적정 유지보수 기준 설정

(3) 기술 요원 측면

- Project Level Analysis 가능

(4) HDM-4의 응용분야

- 전략적 도로망 신설/유지관리 계획 설정
- 도로 구간별 예산 계획 구성
- 최적화된 보수 예산 할당
- 개별 도로 계획의 경제성 평가
- 도로 구간 정책 연구
- 도로망 상태 예측(도로 포장 공용성 예측)

HDM-4의 주된 분석 영역은 다음 3가지로 간략하게 구분된다.

(1) 분석 모듈 측면

- 유지 보수 전략 계획 모듈
- 보수 방법 설정 모듈
- 전략 분석 모듈
- 기본 연구 및 정책 연구 모듈

(2) 데이터 관리

(3) 부속 모델

- 포장 파손 예측 및 분류 모듈
- 도로 이용자 비용 분석 모듈(차량운행비 계산)
- 안전/환경 영향 평가 모듈

도로의 계획, 설계, 유지관리 측면에서의 HDM-4의 역할은 다음과 같다.

(1) Planning

다양한 예산규모와 경제성 시나리오들을 매개로 도로망의 신설 및 유지보수에 관련된 투입예산추정, 장기 유지 보수 전략 수립 등을 분석한다. 또한 예측 기능의 수행은 소요예산규모 및 도로망 상태예측 등을 수행한다. Planning 분석결과는 정책 결정자의 의사결정을 위한 기초 자료로 이용된다.

(2) Programming

보수 또는 재시공을 필요로 하는 도로망에 대해 예산제한 내에서 장기 유지 보수 계획을 비용 편익비 분석을 통하여 경제적으로 실현 가능한 프로그램을 계획한다. Programming에서는 서로 다른 예산 규모 제한 조건 안에서 분석대상구간에 적용 가능한 서로 다른 공법 및 시기에 관련된 소요예산 추정결과를 제공하며, 주 기능은 예산제한 내에서 최대의 경제적 효과를 갖는 보수 우선순위 분석이다.

(3) Preparation

이 단계에서는 세부적인 각종 설계 작업, 즉 덧씌우기 설계, 선형개량, 차로 확장 및 보수설계에 관련된 세부 설계 작업을 수행한다.

(4) Operation

유지보수계획 수행과 관련된 일별 또는 주당 작업계획을 작성하며, 여기에서는 수행할 세부작업 계획, 인력관리, 장비 및 재료 관리 등을 포함한다.

6.4.2 차량운행비 분석

차량운행비(Vehicle Operating Cost, VOC)는 유지보수 작업으로 인한 지정체에 따라 도로이용자가 간접적으로 지불하는 비용을 나타낸다. 따라서 보수공법에 따른 이용자 비용을 비교하여 도로 유지보수의 효과 분석과 도로 사용자 편익 산출에 중요한 기초가 된다. 하지만, 우리나라에는 실질적인 차량 속도, 도로 표면, 선형 조건에 따른 운행비 변동에 대하여 세부적인 자료들이 없는 부족한 실정이다.

차량운행비 모델의 분석을 위해서는 대표차량 특성값, 도로 및 비용 관련 자료가 필요하다. 본 절에서는 차량운행비용 산정을 위해 필요한 기초자료 현황을 살펴보고자 한다. HDM-4에는 차량운행비 산정과 관련된 몇 가지 부 모델을 포함하고 있다. 차량운행비 부 모델에 따른 처리 절차는 다음 단계를 거친다.

(1) 차종별 평균 운행 속도의 산정

차종별 차량이 소비한 금액을 산정하며 그 내용은 다음과 같다.

- 유류비
- 타이어 마모비
- 부속품비
- 수리공비
- 윤활유비
- 승무원 비용
- 감가상각비
- 차량 구입비 이자
- 간접비

단위 비용을 적용하여 각 차종별로 1km당 차량운행비를 산출한다.

(2) 차량운행비 산정을 위한 기초 자료

가) 차량 주행 속도

차량 주행 속도 예측 모델(Speed Prediction Model)의 적용을 위해 도로 상태에 관한 정보가 필요하므로 그 내용은 다음과 같다.

- 평탄성 평균값
- 종단 구배 평균값
- 평면 선형 평균값
- 편 구배 평균값

해당 도로에서 차량의 일정한 불변 속도의 예측은 다음과 같이 제한 속도를 사용하여 이루어진다.

- VDRIVE : 종단 구배와 엔진 출력을 근거로 결정
- VBRAKE : 종단 구배와 제동 능력을 근거로 결정
- VCURVE : 도로의 평면 곡선에 의한 근거로 결정
- VROUGH : 도로의 평탄성을 근거로 결정
- VDESIR : 기타의 속도를 억제하는 요인이 없는 상태에서 운전자가 원하는 속도

상기 처음 4개 속도는 HDM-4 모델의 Program에서는 사용자가 특정 값(Value)을 지정하지 않아도 컴퓨터 자체에 의하여 주어지는 값(Default Value)을 사용할 수 있으며, 마지막 값(VDESIR)은 행정자치부 군도 조사시의 값을 사용하였다.

- 자가용 승용차와 모든 버스 : 65km/h
- 모든 화물 트럭 : 55km/h

나) 차 종

차량운행비 산출에 고려된 차종의 형태는 10개 범주로 승용차(Small car, Medium car, Large car) 픽업, 소형 버스, 대형 버스, 소형 트럭(Light Gasoline, Diesel), 보통 트럭, 중 트럭, 트레일러로 구분 가능하도록 프로그램화되어 있으나, 본 과업에서는 목적상 차종을 다음과 같이 승용차, 소형 버스, 대형 버스, 소형 트럭, 보통 트럭, 대형 트럭, 트레일러 등 7종으로 구분하여 검토하였다.

다) 포장 형태 및 차로 수

포장 상태 구분은 포장도로와 비포장도로에 대하여 구분이 가능하도록 되어 있으며, 본 과업은 포장도로에 한하도록 한다. 차로 수에 관한 항목은 조사대상구간을 2차로로 가정하여 분석을 수행하였다.

라) 평탄성

포장의 평탄성 지수는 PES1,2를 이용하여 측정한 결과를 사용하였다.

마) 기하 구조

도로의 평균 상향 구배와 평균 하향 구배는 상세 육안 조사 결과 1km당 누계 상향과 하향 값을 적용한다. 노선의 평균 평면 선형은 단위 km당 평면 누계 값을 나타낸 항목으로 편 구배는 기준이 되는 직선 구간에 대하여 2%나 지형 적인 조건을 감안하여 평균 4%를 적용하였다.

바) 차량 유지관리

- 차량 선정 기준 : 차량운행비 산출 적용에 고려된 차종의 형태는 본 조사대상구간 도로를 이용하게 될 주요 차량 유형으로 7가지의 차종으로 분류한다. 보다 합리적인 자료 산출을 위하여 대표 차량 선정 기준과 적용 비중은 다음 <표 6.1>과 같이 적용하였다.

〈표 6.1〉 차량 선정 기준

차 종	승용차	소형버스	대형버스	소형트럭	중형트럭	대형트럭	트레일러
분 류	5인승	12인승	45 - 50인승	1 - 2.5t	2.5 - 5t	8 - 15t	18t 이상

- 유류 소모 예측에 관한 변수는 다음과 같다.
 - 도로의 평탄성
 - 도로의 구배

- 차량 총 중량
- 공기 저항 계수와 표고
- 주행 자동차 전면의 형태

주행하는 차량의 엔진에 대한 표고의 영향은 알려져 있으나, 본 과업에서는 실제 측정한 고도를 그대로 적용한다. 차량 총 중량은 제작자의 시방을 참조하여 적용하였다. 기타의 차량 특성에 대하여는 HDM-4 모델에 내재된 값을 이용하였다. 유류 소모는 도로의 평탄성 정도, 차량의 형태에 따른 변수로서 자동적으로 결정된다. 연료 효율 지수는 각 차종별로 0.8을 동일하게 적용하며 그 이외의 일반적인 값들은 차종별로 주어진 값들을 사용하였다.

- 유지관리 부속품 비용 : 유지관리 부속품 비용은 다음 두 가지 변수에 의해 결정된다.
 - 자동차의 전 수명 동안 총 주행한 거리(km)
 - 도로의 평탄성
- 차량 감가상각비용 : 차량의 감가상각과 구입 금액의 이자는 차량 매입비의 일정 비율 즉, 1,000대/km를 기준으로 환산하였으며 이들은 다음 변수들과 함수 관계가 있다.
 - 속 도
 - 연 평균 주행 거리(km)
 - 연간 대당 운행 시간
 - 시간당 차량 운행
 - 새로운 차량 구입비에 대한 연간이자(7% 정도로 가정)
 - 평균 차량 수명

HDM-4에서는 보험 부분을 포함하고 있지 않기 때문에 이 부분은 간접비에 포함시키며, 이 간접비는 기타 모든 주행비에 %로 표시된다.

- 차량 이용도 : 각종 차량에 대한 차량 이용도는 <표 6.2>와 같다.
- 차량 구입비 및 기초 단가 : 각종 차량에 대한 구입비와 기초 단가는 물가 정보(2018. 12. 31 기준)를 기준으로 산정하며, 승무원 비용은 택시 조합, 버스 조합, 화물 조합에서 제공한 “시간당 승무원 × 시간당 이용”으로 계산되며 <표 6.2>와 같다.
- 기타 비용 : 타이어 가격은 각 차종별로 물가 정보(2018. 12. 31 기준)를 기준으로 산출하며, 승객과 화물의 지연에 따른 시간적 가치의 절감 여부는 <표 6.2>와 같다.

〈표 6.2〉 차량 이용도 및 유지관리비의 특성값

구분		승용차	소형버스	소형트럭	중형트럭	대형버스	대형트럭	트레일러	비고
물리적 특성	공간비	1,0	1,4	1,3	1,4	1,6	1,6	1,8	2002 PMS HDM-4
	바퀴수	4	4	4	6	10	10	18	2002 PMS HDM-4
	축의수	2	2	2	2	3	3	5	2002 PMS HDM-4
타이어 특성	타이어유형	Radial	Bias	Bias	Bias	Bias	Bias	Bias	HDM-4
	Base no.	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	HDM-4
	재생비용비율 (%)	15	15	15	15	15	15	15	HDM-4
차량이용 관련특성	주행거리 (km/yr)	17,134	22,163	23,565	32,658	91,607	68,758	42,669	교통안전공단 ¹⁾ 2005
	운행시간 (시간)	2,390	2,404	2,404	2,404	2,404	2,404	2,404	한국노동 연구원
	수명(년)	8	8	8	12	12	14	14	HDM-4 ¹⁾
	개인적비용 (%)	100	0	0	0	0	0	0	HDM-4
	제자인원 (명)	1	20	0	0	40	0	0	HDM-4
	작업관련 승객운송(%)	75	75	0	0	75	0	0	HDM-4
하중 특성	ESALF	0,0002	0,001	0,001	1	0,762	3	1,676	2006 PMS ^{a)} (8,2ton)
	운영무게 (ton)	1,06	2,5	2,5	5	10	15	18	2004 PMS
비용 특성	차량구입비(\$)	16,057	51,478	13,710	57,903	142,419	114,014	155,636	2018 PMS
	타이어비용(\$)	135,4	150,9	65,5	206,2	348,2	326,5	388,3	2018 PMS
	연료비(\$)	1,36	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	2018 PMS
	엔진오일비(\$)	2,57	4,09	4,09	4,09	4,09	4,09	4,09	2018 PMS
	차량유지보수 단위비용(\$/h)	11,57	11,57	11,57	11,57	11,57	11,57	11,57	2002 PMS
	노동비용(\$)	4,68	4,50	0,45	0,45	4,50	4,50	0,45	HDM-4
	간접비(\$)	292,8	386,9	415,7	415,7	678,1	1,083,7	2,136,3	2002 PMS (국토연구원)
	할인율(%)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	
시간 가치	업무시(\$/h)	6,88	5,73	5,23	5,23	5,73	5,23	5,23	2002 PMS
	비업무시 (\$/h)	2,95	1,46	1,81	1,81	1,46	1,81	1,81	국토연구원, 1999
	적하시 (\$/ton · h)	9,23	9,23	9,23	9,23	9,23	9,23	9,23	최창호, 2002

자료 : 1) 차량 주행 거리, 평균 수명에 관한 자료는 교통안전공단으로부터 입수하여 적용함.

2) 연간 운행 시간은 한국노동연구원으로부터 입수하여 적용함.

3) 하중 특성의 ESALF는 도로설계기준의 아스팔트콘크리트 포장에 대한 차종별 8.2톤 등가단축 하중계수를 적용함.

〈표 6.3〉 차량 연료비 현황

구 분	품 명	단 가 (원/ l)	재정적 (원/ l)	경제적 (원/ l)
휘발유	무연 휘발유	1,518	1,518	1,366
디 젤	0.001 W % S	1,024	1,024	922
윤활유	가솔린 엔진 오일	2,862	2,862	2,578
	디젤 엔진 오일	4,565	4,565	4,109

자료 : 물가 정보(2018. 12. 31 기준)

- **차량 연료 비용** : 물가 정보(2018. 12. 31 기준)를 기준으로 하였으며 〈표 6.3〉과 같다.
- **윤활유 비용** : 물가 정보(2018. 1.2 31 기준)를 참조하여 가솔린용과 디젤용을 구분하여 조사하였다.

사) 기타 차량 계수

각종 차량에 대한 세부적인 특성과 계수는 HDM-4 모델에 내재된 값(Model Default Value)을 사용하며, 그 값들은 다음의 〈표 6.4〉와 같다.

〈표 6.4〉 차량의 세부적인 특성값 및 계수

구 분		단위	차 종						
			승용차	소형 버스	버스	소형 트럭	중형 트럭	대형 트럭	트레일러
적재 하중		ton	0.00	0.55	2.62	1.06	3.22	9.14	14.97
공기 저항 계수	d		0.45	0.46	0.65	0.7	0.85	0.63	0.63
전면 면적	d	m ²	1.80	2.72	6.3	3.25	5.2	5.2	5.75
최대 사용 운행 출력	d	HP	30	40	100	60	100	100	210
최대 사용 정지 출력	d	HP	17	30	160	100	250	250	500
마찰률	d	ton-1	0.268	0.221	0.233	0.253	0.292	0.292	0.17
보정 마찰률을 고려한 부하 계수	d	ton-1	0	0	0	0.0128	0.0094	0.0094	0.0023
교정 속도	d	mm/s	259.7	239.7	212.8	194.0	177.7	177.7	130.9
운행 속도	d	km/h	65	65	65	55	55	55	55
차폭 파라미터	d		0.74	0.74	0.78	0.73	0.73	0.73	0.73
와이블형 파라미터	d		0.274	0.306	0.273	0.304	0.310	0.310	0.244
교정 엔진 속력		RPM	3,500	2,500	1,400	2,100	2,000	1,400	1,400
연료 효율 계수	d		1	1	1	1	1	1	1
연료 소모 계수	d		1	1	1	1	1	1	1
타이어 구입비	d	%	0	0	37	36	36	26	26
타이어 마모 체적	d	dm ²	0	0	6.85	4.3	7.6	7.3	8.39
타이어 교체 개수	d		0	0	3.39	1.93	3.39	3.39	4.57
타이어 마모의 상수항	d	dm ²	0	0	0.164	0.164	0.164	0.164	0.164
타이어 마모 계수	d	dm ² / J-M	0	0	1.278	1.278	1.278	1.278	1.278
평탄성 추이	d	10-6	32.49	32.49	1.77	1.49	1.49	8.61	13.94
수리공 모델의 콘스탄트텀	d	QI	120	120	190	0	0	0	0
수리공 부분요소	d		77.14	77.14	293.44	242.034	242.034	301.464	652.51
평탄성 계수	d		0.547	0.547	0.517	0.519	0.519	0.519	0.519

6.4.3 경제성 분석

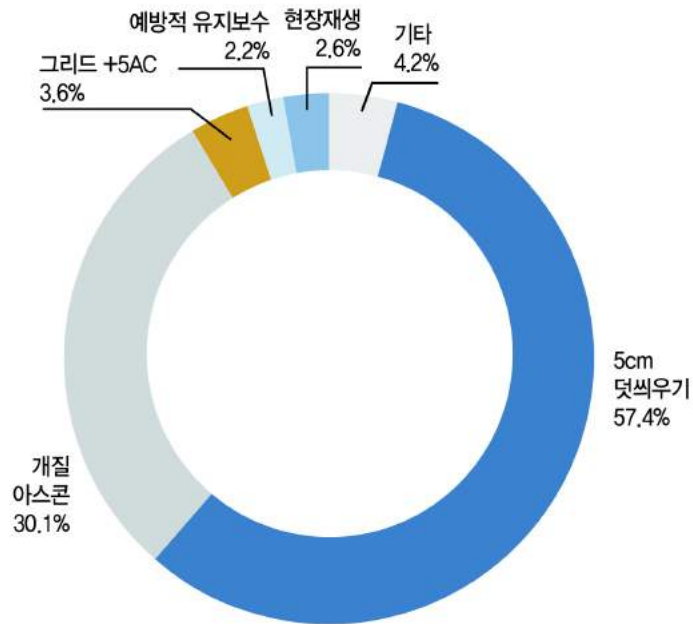
경제성 평가는 할인된 총 건설비용과 편익의 차이인 순현재가치(NPV)를 이용하는 방법, 비용과 편익을 같게 하는 할인율을 찾는 내부수익률(IRR) 방법, 편익과 비용의 비율을 이용하는 편익비용비(B/C) 방법이 있다. 위 방법 중 HDM-4에서 제공되는 NPV와 IRR을 통해 경제성 분석을 실시하였다. 그러나 IRR 방법의 경우 비용과 편익이 같지 않는 경우가 종종 발생한다. 따라서 본 과업에서는 NPV를 기준으로 경제성 분석을 실시하였다. 경제성 분석을 위하여 우선 HDM-4 프로그램에 경제성 분석 대상 구간의 현장 조사 자료, 유지보수이력, 교통량 등의 각종 조사 및 수집 자료를 입력한 후 순현재가치를 기준으로 경제성을 평가하였다.

6.4.4 보수 우선순위 결정 및 예산 분석

보수 우선순위 결정은 경제성 분석 대상 구간에 대해 보수공법을 차기년도에 시행하는 것과 시행하지 않는 것에 대한 분석기간 5년 동안의 할인율 3%를 고려한 총 비용의 차이 즉, NPV로 결정하며, NPV가 가장 큰 순서로 시행 우선순위를 선정하였다. 시행 우선순위의 결정은 보수예정 구간에 대한 상대적인 경제성 비교를 통해 결정한다. 보수예정 구간을 상대적으로 비교하기 위해 분석구간의 단위연장에 대해 결정된 보수공법에 대하여 NPV가 큰 순서로 시행 우선순위를 결정하였다. 최종 보수구간은 차기년도의 보수예산이 제한되어 있으므로 보수 우선순위에 따라 시행 가능한 구간을 결정하게 된다. 보수 우선순위 및 예산 분석 결과는 <부록 7>에 수록하였다.

6.4.5 2018년 PMS 보수공법 선정 결과

보수공법 적용 원칙에 따라 선정된 결과를 <그림 6.7>에 나타내었다. 전체 보수 연장은 약 1,116km(2차로 환산연장), 보수비 총액은 약 1,759억 원이다. 이 중 5cm 덧씌우기 보수는 641km로 전체 보수연장의 57.4%, 개질아스콘 포장은 336km로 30.01%, 그리드+5AC 포장은 40km로 3.6%, 예방적유지보수 포장은 24km로 2.2%, 현장재생공법은 28km로 2.6%, 기타 포장은 47km로 4.2%를 차지하고 있다.



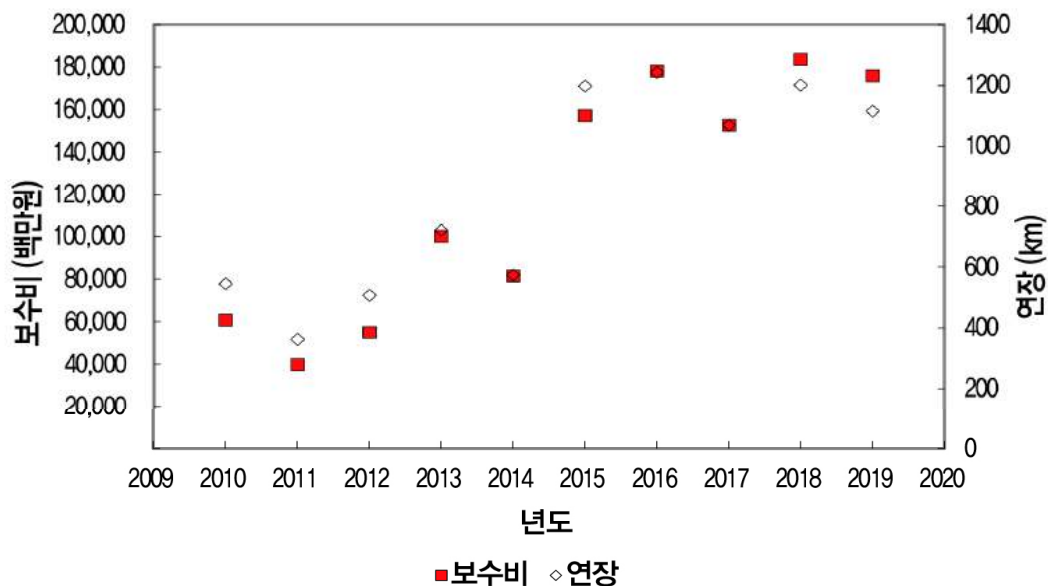
〈그림 6.7〉 2018년 PMS 보수공법 선정 결과

〈표 6.5〉는 2017년과 2018년 PMS 보수공법 선정 결과를 비교한 것이다. 표에서 나타난 것과 같이 전체 보수 연장은 2017년도와 비슷한 수준이나 보수비는 약 78억 원 감소 했다.

〈표 6.5〉 2017년과 2018년도 보수공법 선정 결과 비교

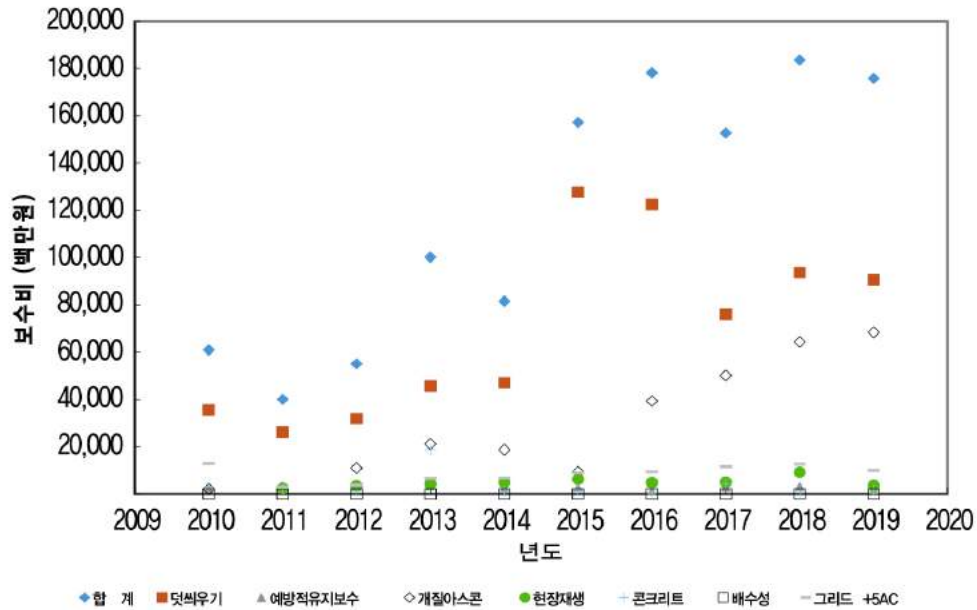
공 법	보수연장 (km)	보수비 (백만원)	보수연장 (km)	보수비 (백만원)
	2017 PMS(추경예산 포함)		2018 PMS	
총계	1,202	183,623	1,116	175,850
5cm 덧씌우기	666	93,625	641	90,585
개질아스콘	349	64,414	336	68,359
반강성	—	—	—	—
그리드+5AC	50	12,584	40	10,064
예방적 유지보수	53	3,164	24	1,702
배수성	—	—	—	—
현장재생	73	9,217	28	3,582
균열보수	—	—	—	—
기타(콘크리트 포함)	11	619	47	1,558

최근 10년 동안의 일반국도 보수 예산과 보수 연장 현황을 살펴보면 <그림 6.8>과 같다. 2010년에는 보수 연장의 증가로 인하여 보수비가 증가하였다. 2011년에는 보수비가 400억대로 2008~2009년과 비슷한 수준으로 보수비가 책정되었다. 2013년도에는 보수비가 추경예산 포함 약 1000억 원으로 크게 증가하였다가, 2014년에 약 800억 으로 보수 물량이 감소하였다. 2015년에는 환경변화에 따른 균열과 소성변형이 증가하면서 보수 물량도 크게 증가하였다. 2019년 보수물량은 예산집행 예정으로 변동이 있을 수 있다.

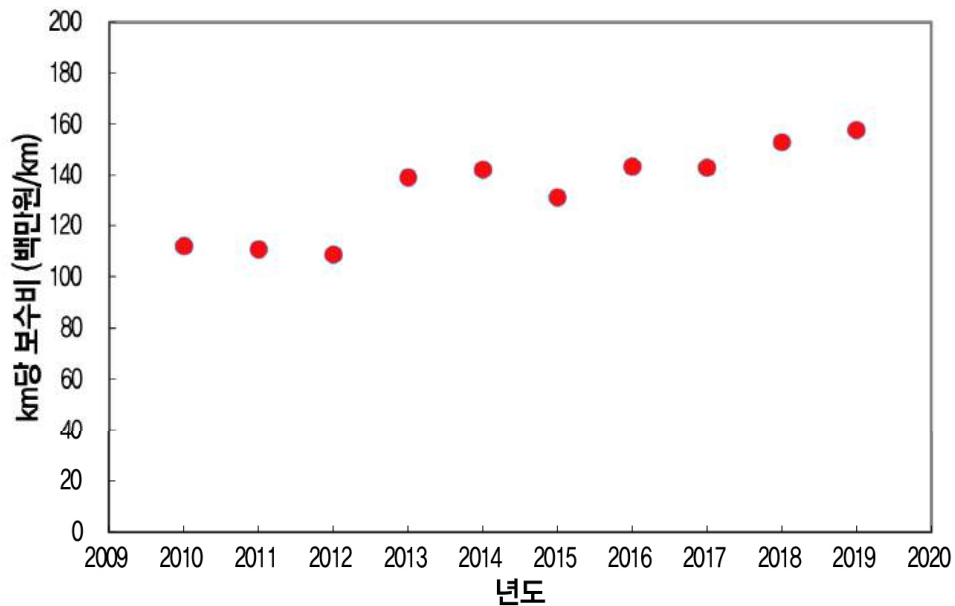


<그림 6.8> 연도별 보수비 및 보수 연장 현황

2009년부터 2019년(예정)까지 총 보수비 결정 현황과 보수 공법 현황은 <그림 6.9>와 같다. 2012년부터 개질아스콘포장이 증가하고 있으나, 현재는 덧씌우기 공법이 일반국도 포장 보수공법으로 가장 널리 활용되고 있다. 2019년(예정)의 경우, 덧씌우기 공법 보수비용이 전체 보수비용의 57.4%를 차지하고, 개질아스콘 포장은 전체의 30.1%를 차지하였다.



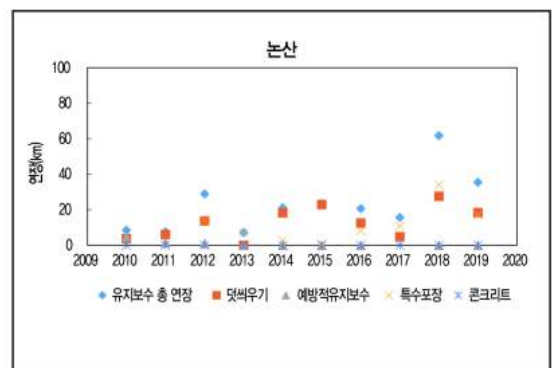
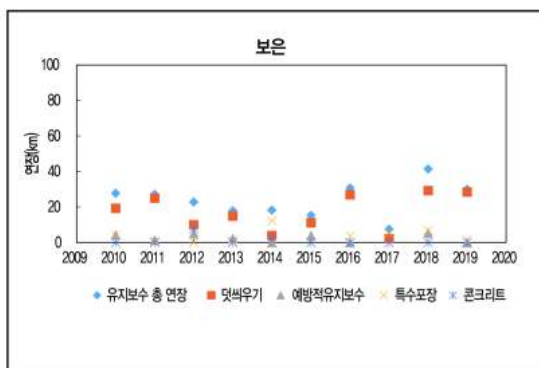
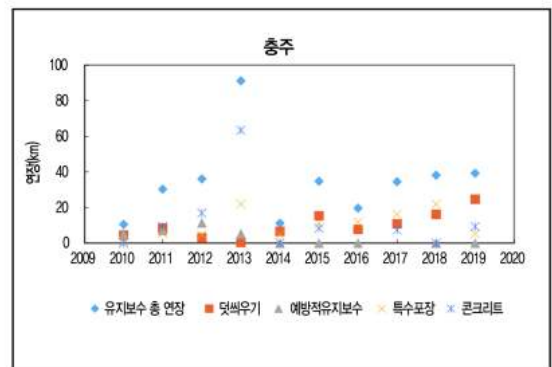
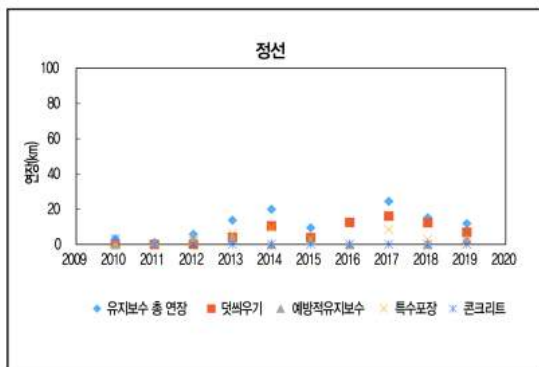
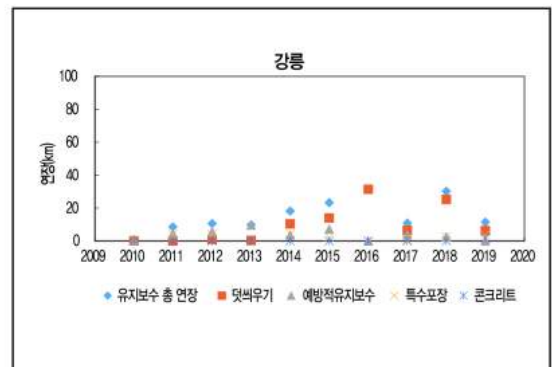
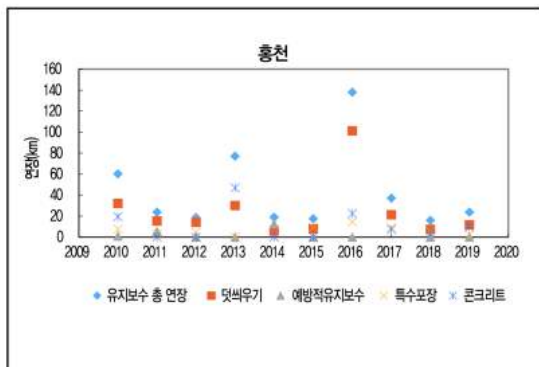
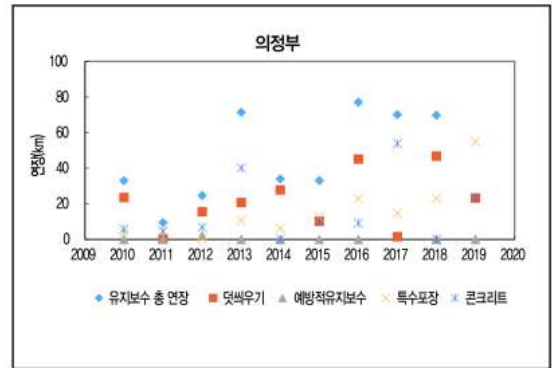
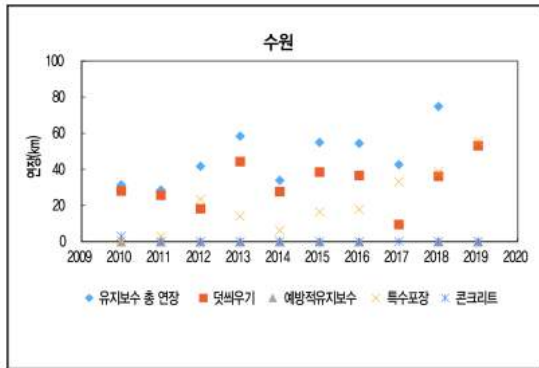
〈그림 6.9〉 연도별 총 보수비와 공법별 보수비 집행 현황



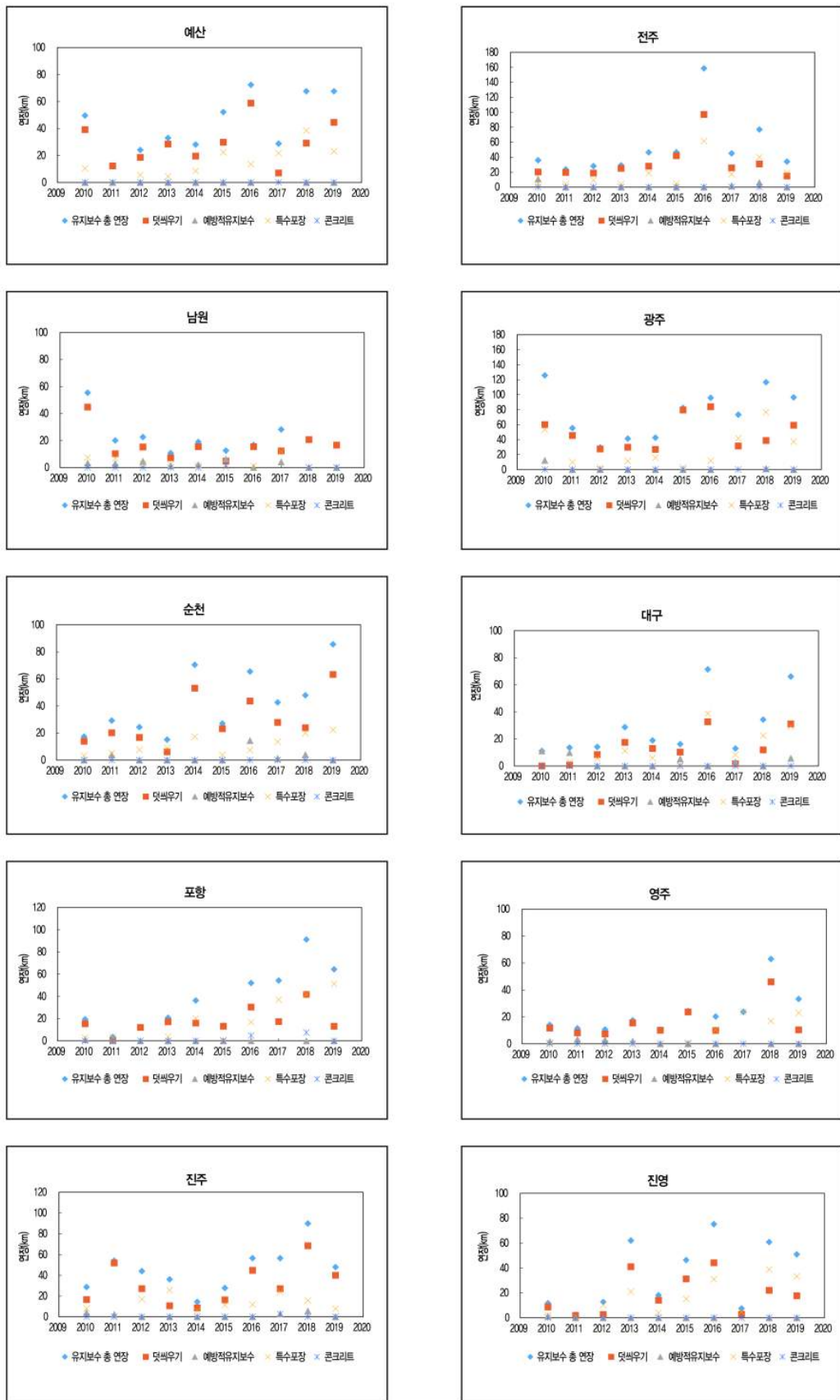
〈그림 6.10〉 연도별 km당 보수비 현황

〈그림 6.10〉는 2009년부터 2019년(예정)까지의 km당 보수비를 나타내고 있다. 2013년부터 집중호우로 인한 균열과 이상고온으로 소성변형이 많이 발생되어 보수비가 증가 하였다.

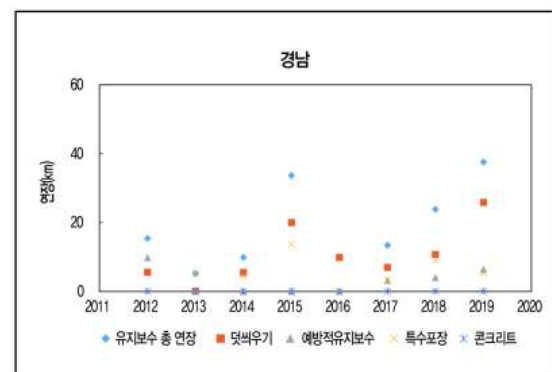
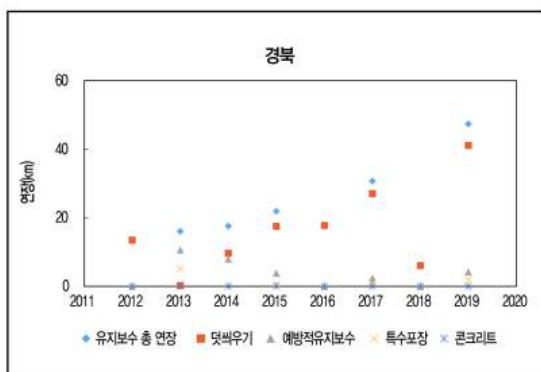
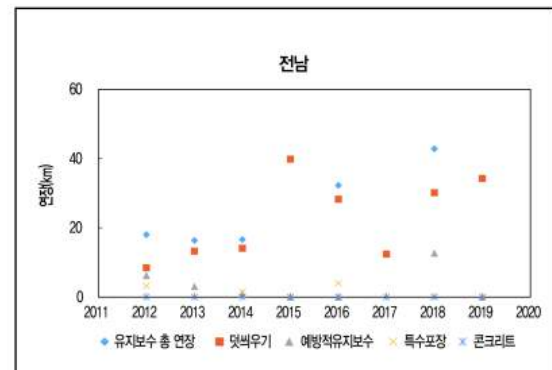
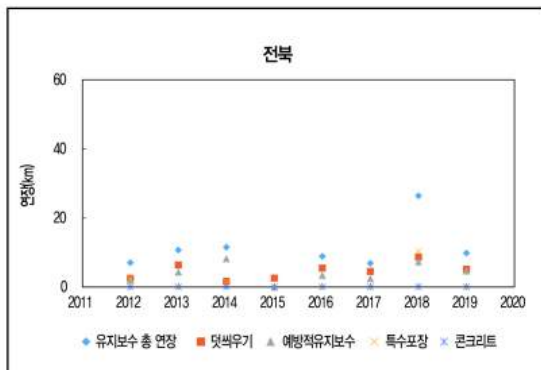
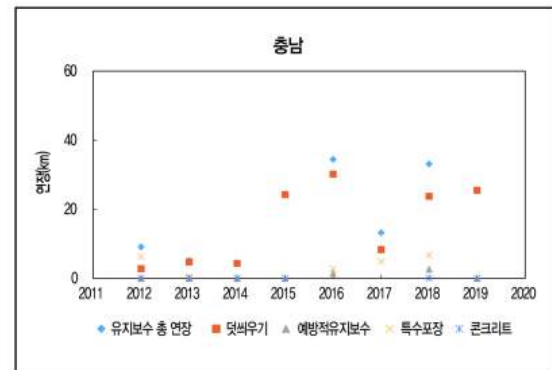
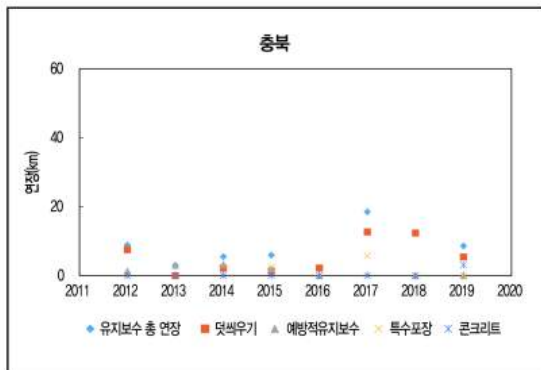
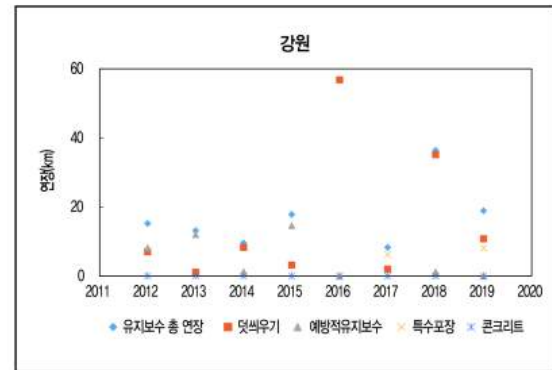
각 국토관리사무소별로 최근 10년간(2010~2019년(예정)) 총 유지보수와 보수 공법의 현황을 살펴보면 〈그림 6.11〉과 같다.



〈그림 6.11〉 최근 10년간 국토관리사무소별 보수연장 분포 현황(계속)



〈그림 6.11〉 최근 10년간 국토관리사무소별 보수연장 분포 현황



〈그림 6.11〉 최근 10년간 국토관리사무소별 보수연장 분포 현황

6.4.6 특수포장 공법 도입 배경 및 적용

우리나라 도로는 신설 및 확·포장 등의 지속적인 투자로 2017년 12월 말 현재 총 연장이 약 110,091km에 달한다. 이 중 약 94,549km(85.9%)가 포장되었다. 우리나라 포장도로의 대부분을 차지하고 있는 아스팔트 포장은 중차량 증가와 여름철 이상 고온 등으로 인한 자동차 바퀴자국 패임 현상(소성변형)이 자주 발생하고 있어 큰 문제로 대두되었다.

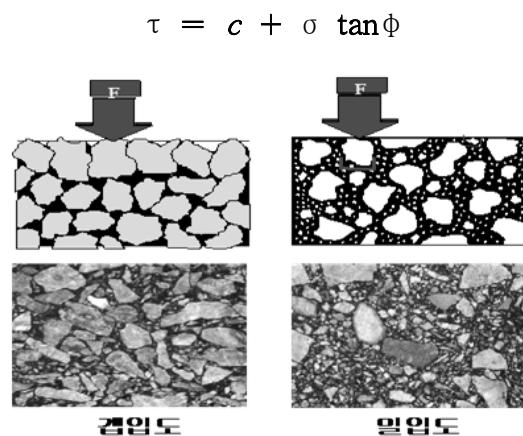
일반국도 포장의 소성변형을 방지하기 위해서 국내외에서 개발된 개질아스콘 포장을 적용하고 있다. 최근 10년간 물량의 약 27%를 개질아스콘 포장, 재생아스팔트 포장, 섬유그리드 포장 등의 특수포장 공법을 적용하고 있다. 또한 콘크리트 포장 위의 아스팔트 덧씌우기를 하는 특수포장 공법도 적용하고 있다. 일반국도 보수를 위하여 1998년 수원 일반국도 39호선 비봉 지구에 적용한 개질아스콘 포장의 일종인 SMA 공법이 최초로 적용되었다. 비봉 지구는 인근 석산이 9개가 밀집되어 중차량의 통행량이 매우 많아 매년 자동차 바퀴자국 패임으로 절삭을 실시하던 곳으로 1997년 조사를 통해 1998년 5월에 시험포장을 실시하였다. 이후 5개청 5개소에 SMA와 PMA 공법을 시험포장 하였고, 1999년에는 SMA와 PMA 공법을 자동차 바퀴자국 패임 대책으로 확대 적용하였다. 2000년에는 SMA와 PMA 공법 이외에 CRM과 PBS 등을 적용하였으며, 기능성 포장인 배수성포장도 시험 적용하였다. 소성변형 대책과 기능성을 필요로 하는 구간에 개질아스콘 포장과 배수성 포장과 같은 특수포장 공법의 적용이 확대되면서 각 특수포장 공법의 특성과 현장 상황에 따라 공법의 적용을 달리해야 하는 문제점이 제기되었다. 또한 2000년 이후부터는 환경을 생각한 재활용 포장 공법을 지속적으로 적용하였으나 아직까지는 시공 및 수급에 많은 어려움이 있는 실정이다. 2008년부터는 도로포장의 구조적 파손을 사전에 방지하여 쾌적한 도로 주행과 예산절감효과를 기대할 수 있는 유리 및 탄소섬유로 직조된 섬유보강재를 이용하여 도로 노면에 부착 후 표층 시공을 하는 섬유그리드 공법을 시험시공 하였다. 본 과업에서는 이러한 특수포장 공법의 특성을 근거로 공법을 구분하고, 현장 조건에 따라 적용을 달리하였다.

(1) 개질아스콘 포장 공법

아스팔트 혼합물은 크게 아스팔트 바인더와 골재로 구성되며 이 두 가지의 특성이 아스팔트 혼합물의 공용성과 관련된다. 아스팔트 바인더의 특성은 온도에 따라 크게 영향을 받는다. 즉, 고온에서는 약화되어 소성변형을 일으키며 저온에서는 유연하지 못하면 균열이 발생된다. 따라서 여름철 고온에서 약해지지 않고, 상온이나 저온에서 지나치게 경화되지 않는 아스팔트 바인더가 필요하며 이를 위해 개질첨가제를 이용한다.

아스팔트 혼합물에 이용되는 골재는 전통적으로 밀입도 골재를 사용하였으나 최근에는 여름철 소성변형을 방지할 목적으로 골재 사이의 맞물림 작용을 기대하는 갭입도 골재가 이용되기도 한다. 그러나 갭입도 골재는 굵은 골재를 상대적으로 많이 사용하기 때문에 골재의 비산, 바인더의 산화와

피로균열을 방지하기 위하여 개질 아스팔트 또는 파이버를 이용하여 피막두께를 증가시킨다. 아스팔트 혼합물에서 소성변형에 대한 골재와 바인더의 저항은 8 대 2 수준으로 알려져 있다. 토질역학에서 전단저항의 산정에 사용되는 아래 식은 고온에서 아스팔트 바인더가 약화될 때 적용될 수 있다. 즉, 온도가 높아질수록 c 값(점착력)은 작아지고, ϕ (골재 맞물림에 의한 내부마찰각)의 역할이 커지게 된다. <그림 6.12>는 밀입도와 겹입도 아스팔트 혼합물에서 골재 사이의 맞물림 작용을 나타낸 것이다. 따라서 소성변형을 막기 위해서는 상대적으로 고가이지만 교통량에 따른 향후 소성변형 가능성을 평가하여 개질아스콘 포장을 적용할 필요가 있다.



<그림 6.12> 아스팔트 혼합물 골재 사이의 맞물림 작용

(2) 기능성 포장 공법

기능성 포장은 소음감소, 미끄럼저항성 개선 등의 기능적 측면이 강화된 포장 공법으로, 대표적으로 배수성 포장이 있다. 배수성 포장은 20% 정도의 공극을 갖는 아스팔트 포장으로 우천 시 빗물이 공극을 통해 신속히 배수시킬 수 있다. 이러한 배수기능으로 빗길 미끄럼 저항성 개선, 수막현상 감소, 물보라 현상 감소, 야간 시인성 향상 등과 같은 주행안전과 관련된 기능 외에도 혼합물 속의 공극으로 인해 자동차 소음이 저감되는 기능으로 저소음 포장으로도 적용되고 있다.

배수성 포장은 1950년대 중반에 활주로에서의 수막현상을 방지하기 위하여 영국의 공항포장에서 처음으로 시공되었으며, 그 후 1980년대에 고점도 개질 아스팔트의 개발로 내구성 문제가 해결되면서 시공이 확대되었다. 일본의 경우 우천 시 사고가 많은 213개소에 배수성포장 시공 전, 후 1년 동안 사고건수를 비교한 결과, 총사고 건수가 63% 감소했고, 특히 우천 시 사고건수가 시공 전에 비해 85% 감소한 것으로 나타났다. 이것은 우천 시 미끄럼저항의 개선이나 운전환경의 개선으로 인한 효과로 일본에서 배수성포장을 확대 적용하는데 근거 자료로 이용되었다. 따라서 일본에서는 2001년부터 모든 고속도로에 배수성 포장을 적용하고 있으며, 그 외에도 특별한 사유가 있는 경우를

제외하고, 모든 도로에 배수성 포장을 적용하고 있다.

국내에서는 1997년 정부고속국도에 처음으로 배수성 포장이 시험시공 되었고, 1999년에는 배수성 포장 공법이 국토교통부로부터 신기술로 지정되어, 일반국도에 시험시공을 실시하였다. 이 후 적용구간이 확대되고, 적용구간에 대한 적용효과가 평가되면서 특별·광역시 및 지방시의 시가지 구간에서도 적용이 확대되고 있다. 또한 국내에서는 배수성 포장에서 미끄럼저항성을 측정한 결과 일반포장과 달리 60km/h 이상 고속에서도 미끄럼저항성이 일정하게 유지하는 것으로 나타났다. 이것은 우천시 노면에 고이는 물은 윤회작용을 하며, 속도가 증가할수록 타이어와 노면 사이에 수막이 형성되어 타이어와 노면의 직접 접촉부분이 없어져 마찰력이 크게 감소하게 되는데 배수성 포장은 노면의 물을 바로 배수하기 때문에 고속에서 일반포장에 비해 미끄럼저항성이 우수한 것이다. 따라서 고속국도, 자동차 전용도로 등과 같이 고속주행을 하는 도로에서 배수성 포장은 빗길 교통사고를 크게 줄일 수 있다. 또한 배수성 포장에서는 타이어 / 노면의 소음 발생량 3 ~ 6dB(A) 정도 감소되는 것으로 보고되었다. 이는 발생 소음원이 반 이상으로 줄어든 효과가 있는 것으로 일반적으로 체감할 수 있을 정도의 차이이다. 그러므로 도로가 주거지역 가까이에서 시공되어 도로교통소음의 민원이 제기되고 있는 지역에서 배수성 포장을 시공하였을 경우 소음 저감 효과를 크게 볼 수 있다. 또한 고속 주행 시 소음 저감 정도의 차이가 크므로 소음이 커지는 밤 시간 차량의 고속주행에서 생기는 소음도 저하시킬 수 있다. 따라서 우천 시 노면 미끄럼저항성, 시인성 개선 등 안정성 확보와 시가지, 학교, 병원 주변 등의 소음저감을 위해서는 배수성포장을 적용할 필요가 있다. 하지만 이러한 장점에도 불구하고, 2009년부터 골재의 입도 및 배합설계와 같은 품질관리에 다소 어려움이 발생하여 추후 품질을 향상시키는 연구가 이루어진 후에 적용하기로 하였다.

(3) 재활용 포장 공법

일반국도 포장 보수로 사용된 재활용 포장은 플랜트 재생과 현장 재생이 있다. 플랜트 재생 가열 아스팔트 혼합물은 재생설비가 있는 아스팔트 플랜트에서 아스콘 순환골재 또는 아스콘 발생재를 가공하여 재생아스팔트 혼합물을 제조하는 방법으로, 아스팔트 콘크리트 도로의 표층, 중간층, 아스팔트 기층의 재생아스팔트 혼합물에 적용한다. 또한 현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장은 현장 가열 표층 재생 장비를 이용하여 도로 위에서 주행차선 방향으로 전진하며, 노후 된 아스팔트 콘크리트 표층을 가열 절삭하는 방법으로 표층을 걷어내어 신재료와 혼합한 후 다시 포설 및 다짐하는 방법으로 아스팔트 콘크리트 도로 표층의 재포장에 적용한다.

(4) 예방적 유지보수 공법

일반국도에 예방적 유지보수 공법이 적용되는 경우, 주로 표면처리를 실시하고 있다. 2010년도에 마이크로써페이싱 공법을 시작으로 2012년도에 예방적 유지보수 공법 활성화를 위한

시험포장을 일반국도 31호선에 총연장 0.6km 구간(마이크로써페이싱, 폴리머슬러리실, 나노-셀)을 적용하였다. 2017년 부터 마이크로써페이싱, 폴리머슬러리실 공법을 통합하여 예방적 유지보수 공법으로 내시하였다.

(5) 그리트+5AC 공법

그리트+5AC 공법은 소성변형 또는 균열이 많이 발생하여 손상된 포장의 내구성을 증가시켜 수명을 연장하기 위하여 적용된다. 아스팔트 덧씌우기 하부에 설치한 고탄성 탄소 및 유리섬유 직조 보강재가 아스팔트 포장의 부족한 인장력을 보강하여 소성변형을 억제하고, 피로 및 반사균열을 방지하는 역할을 한다. 그리트+5AC 공법은 2008년부터 시험 포장을 적용하며 추적조사를 지속적으로 수행하였다. 주요 적용 대상 지역은 중차량 통행량이 많은 구간으로 다음과 같은 기준으로 적용할 수 있다.

-
- 기존 도로의 보수보강(반사균열 발생 우려 구간의 덧씌우기)
 - 구조적인 문제에 의한 파손이 의심되거나, 균열량이 많은 아스팔트 포장 구간
 - 신설도로(중차량이 많은 노선, 교차로 및 오르막차선)
 - 산업지원도로 및 공단 연결로, 공항 계류장 등
-

(6) 콘크리트 포장 공법

콘크리트 포장 유지보수 구간을 대상으로 현재 적용중이거나 새로 개발된 재료에 대하여 현장 시험시공을 실시하였고, 현재 추적조사를 실시하고 있다. 2008년도에는 VES-LMC 공법을 시험시공 하였으며, 2009년에는 ACT-100, VES-LMC, SR콘크리트 등 3가지 재료에 대한 시험시공을 하였다. 2010년에는 UFFA-LMC와 VES-LMC를 시험시공 하였으며, 2011년에는 PROCON, UFFA-LMC에 대한 시험시공을 실시하였다. 2016년에는 콘크리트와 접착성이 강하고 방수가 잘되는 구스아스팔트(방수층) 공법을 적용하였다. <표 6.6>에 특수포장 공법별 연도별 적용 현황을 나타내었다.

〈표 6.6〉 특수포장 공법별 연도별 적용 현황

(단위 : km)

보수년도	보수연장	개질 아스콘	배수성	현장 재생	플랜트 재생	반강성	화이트 타핑	그리드 +5AC	기타
계	4,478.3	3,003.8	308.7	669.2	69.1	6.8	1.5	343.1	76.1
1998	70.7	67.7		3.0					
1999	135.1	129.1	1.0	5.0					
2000	269.1	257.2	7.4		4.5				
2001	244.5	204.4	34.3		5.6	0.2			
2002	191.2	153.1	22.5	8.6	7.0				
2003	326.5	204.8	55.4	55.4	10.9				
2004	337.6	180.7	82.4	51.8	14.3	0.4	0.4		7.6
2005	223.5	101.7	68.5	34.8	12.5				6.0
2006	177.7	101.4	34.3	30.8	10.4	0.4	0.4		
2007	121.8	85.8		31.7	3.9	0.2	0.2		
2008	94.5	43.8	2.9	42.3		1.3	0.5	3.7	
2009	38.0	12.5		13.1				12.4	
2010	105.8	8.5		40.7				51.2	5.4
2011	53.4	14.3		20.9		2.3		10.7	5.2
2012	116.4	67.0		30.5		0.4		14.5	4.0
2013	164.2	100.2		33.4		0.8		23.4	6.4
2014	135.8	63.1		39.5		0.4		25.2	7.6
2015	140.3	48.8		49.4		0.4		33.0	8.7
2016	289.9	211.0		37.7				34.4	6.8
2017	366.4	263.6		39.6				44.8	18.4
2018	471.7	349.0		72.5				50.2	
2019 (내시예정)	404.2	336.1		28.5				39.6	

6.4.7 콘크리트 포장 유지보수 공법 적용 현황

(1) 현황

일반국도에 최초로 콘크리트 포장이 적용된 시기는 크게 1988~1995년 사이의 80년대 후반기와 1999~2005년 사이의 2000년대 상반기로 나눌 수 있다. 2018년 12월 말 기준 일반국도에 적용된 콘크리트 포장의 연장 및 포장시기는 <표 6.7>과 같다.

<표 6.7> 일반국도 콘크리트 포장 구간자료(2018년 12월 말 기준)

관내	연장(km)	최초포장시기
의정부	43.878	1988년, 2003년, 2005년, 2007년
홍 천	49.897	1994년, 1999년, 2001년, 2008년, 2010년, 2012년, 2013년
강 룡	40.560	2004년, 2009년, 2011년
정 선	8.513	1988년, 2008년
논 산	5.008	2006년
충 주	38.967	1992년, 1995년, 2000년, 2007년
보 은	5.894	1993년
광 주	23.486	2007년, 2011년
순 천	14.437	2012년
대 구	25.909	2004년, 2014년
진 주	5.820	1988년
포 향	31.985	1987년, 2004년
영 주	1.315	2009년
충 북	11.893	2012년
전 남	0.557	2010년
경 북	3.681	1988년

1980년대에 시공된 콘크리트 포장의 경우 2000년대 들어서면서 공용수명이 가까워짐에 따라 유지보수 물량이 <표 6.8>과 같이 점점 늘어나기 시작하고 있는 실정이다. 이러한 유지보수 구간은 2000년대 상반기에 시공된 콘크리트 포장구간과 맞물려 향후 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 시공 당시 일반적인 콘크리트 보수 재료는 일반적인 초속경 콘크리트가 많이 사용되거나 아스팔트

덧씌우기 공법이 적용되었다. 2005년 이후부터 다양한 신재료 및 신공법들이 개발되어 현장에 적용되기 시작하였다. 이러한 재료들은 콘크리트 포장의 유지보수 특성상 교통통제로 인한 민원발생을 최소화 하기위해 신속하게 교통개방이 가능한 재료들로 개발이 되었다.

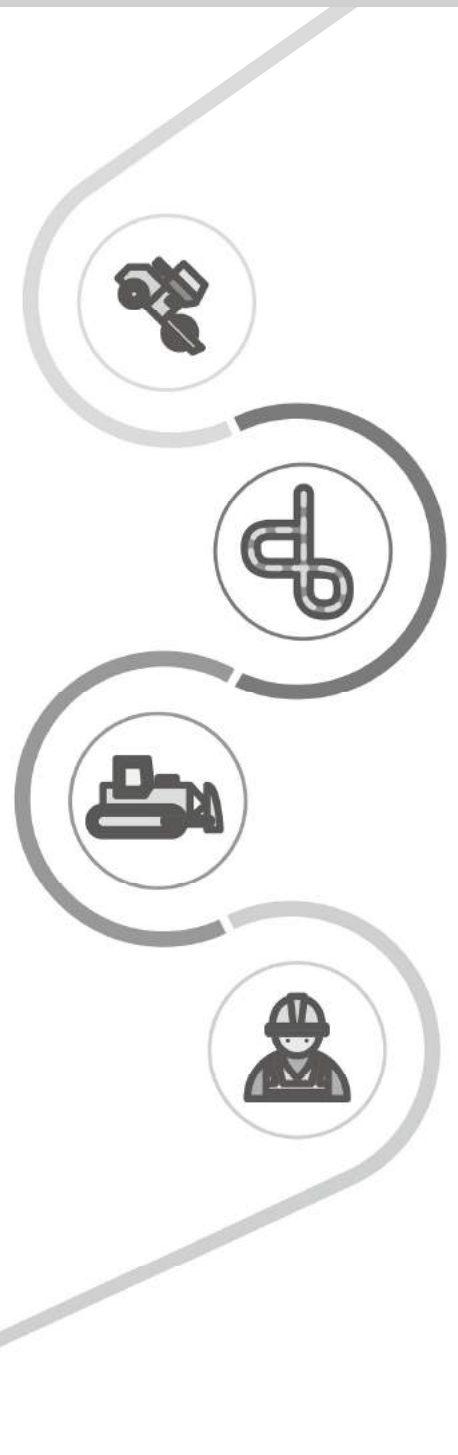
〈표 6.8〉 일반국도 콘크리트 유지보수구간 연장(2018년 12월 기준)

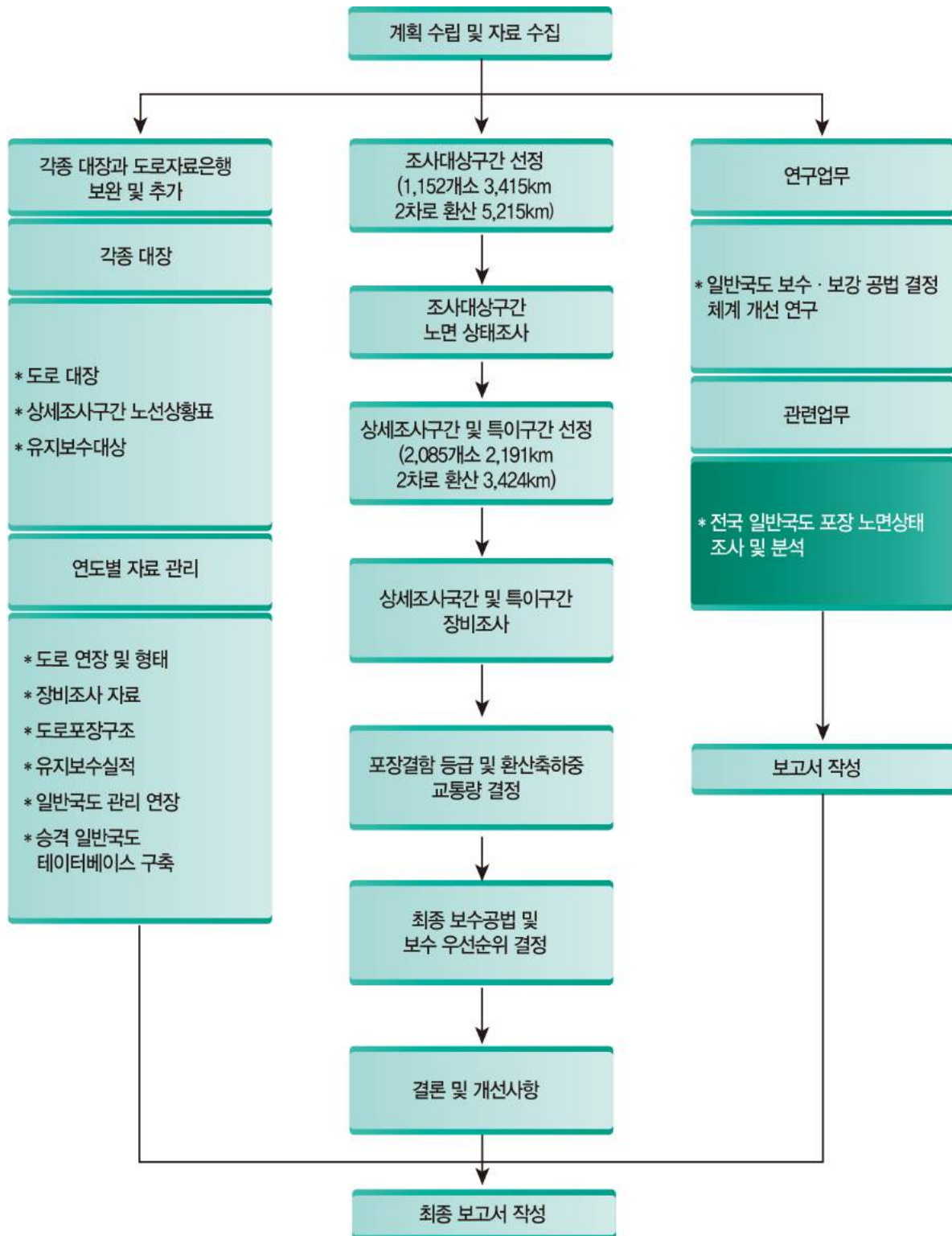
보수년도	보수연장(2차로 환산, km)
2001년	없음
2002년	21,700
2003년	34,300
2004년	18,204
2005년	15,514
2006년	없음
2007년	0,600
2008년	없음
2009년	87,106
2010년	31,427
2011년	14,070
2012년	31,340
2013년	74,480
2014년	8,100
2015년	20,100
2016년	36,405
2017년	102,437
2018년	10,932
2019년(예정)	46,719

향후 콘크리트 포장의 유지보수 물량은 증가할 것으로 예상되나, 다양한 콘크리트용 유지보수 재료에 대한 장기공용성과 현장시공에 대한 모니터링은 이루어지지 않았다. 또한 개발된 유지보수 재료들에 대한 특성 시험들이 개발회사에서 수행을 해왔으며 이를 도입하는 과정에서 콘크리트 포장용 유지보수 재료에 대한 체계적이고, 객관적인 검증절차 및 기준이 마련되어야 할 것으로 판단된다.

제 / 7 / 장

전국 일반국도포장 노면상태 조사 및 분석





제 7 / 장 전국 일반국도포장 노면상태 조사 및 분석

7.1 과업의 배경 및 목적

포장관리시스템은 크게 도로망수준(Network Level), 개별사업수준(Project Level), 연구수준(Research Level)으로 분류할 수 있으며, 현 일반국도 포장관리시스템의 경우에는 주로 손상된 개별구간에 대한 조사를 통한 공법결정을 하는 개별사업수준과 더불어 전체 조사 구간에 대한 보수우선순위를 결정하는 도로망수준이 결합되어 운영되고 있는 실정이다. 이러한 조사와는 별도로 전국 국도망의 포장상태를 파악하기 위해 2002년 전국 일반국도 포장상태 감시체계를 시험운영 하였으며, 2003년부터 전 노선의 포장상태를 조사하여 분석하고 있다.

7.2 조사구간 선정

전국 일반국도 포장 노면상태 평가의 구축을 위한 조사구간의 선정 기준은 다음과 같다.

- 전 일반국도 중 포장 일반국도에 적용한다.
- 시 관리 구간을 제외한 국토교통부관리 구간을 적용한다.
- 미포장 및 미개통구간은 제외한다.

2002년도 전국 포장상태 감시체계운영에서 전 일반국도 중 12개 노선 약 3,500km를 대상으로 조사를 수행하였으며 2003년 이후 조사구간을 전 일반국도로 확장하여 실시하였다.

본 과업에서는 우리나라의 전 일반국도 13,983km중 미포장 및 미개통 구간 172km, 시 관리구간 2,136km를 제외한 총 11,674km의 국토교통부관리구간 중 약 21%인 2,401km에 대해 조사를 실시하였으며, 2018 전국 일반국도포장 노면상태 조사구간 현황을 <표 7.1>에 나타내었다.

〈표 7.1〉 2018년도 조사구간 현황

구 분	연장 (Km)	포장도(Km)				미포 장도 (Km)	미개 통도 (Km)	2018년도 조사대상구간 (1개소=1km)
		소계	2차로	4차로	6차로 이상			
합 계	13,982.5	13,810.4	5,623.3	7,184.5	1,002.6	37.1	135.0	2,401
국도 제 1 호	523.4	523.4	18.2	419.0	86.2			68
국도 제 2 호	465.4	435.3	91.5	297.4	46.3	10.7	19.4	59
국도 제 3 호	581.3	579.6	90.3	399.7	89.6	1.7		96
국도 제 4 호	379.1	375.2	38.2	290.3	46.7		3.9	57
국도 제 5 호	588.1	580.4	180.5	374.1	25.9	5.0	2.7	102
국도 제 6 호	271.1	271.1	141.4	70.2	59.5			40
국도 제 7 호	496.3	496.3	42.8	398.9	54.7			71
국도 제 13 호	305.1	305.1	148.1	151.0	6.0			55
국도 제 14 호	299.5	285.9	88.1	171.6	26.3		13.6	47
국도 제 15 호	141.4	141.4	82.8	58.7				30
국도 제 17 호	456.4	456.4	83.5	310.9	61.9			75
국도 제 18 호	236.8	236.0	182.5	53.5		0.8		46
국도 제 19 호	449.4	449.4	252.5	195.9	1.0			91
국도 제 20 호	223.0	223.0	137.9	85.1				45
국도 제 21 호	352.7	352.7	98.0	217.4	37.3			63
국도 제 22 호	173.0	173.0	68.5	89.1	15.4			30
국도 제 23 호	384.7	384.7	157.1	226.4	1.3			71
국도 제 24 호	374.8	371.6	244.3	122.2	5.1		3.2	75
국도 제 25 호	286.0	286.0	103.2	155.5	27.3			45
국도 제 26 호	166.8	166.5	59.7	101.1	5.7		0.3	30
국도 제 27 호	155.1	155.1	50.0	104.5	0.6			32
국도 제 28 호	193.3	193.3	60.1	133.2				38
국도 제 29 호	292.0	292.0	87.8	196.7	7.6			55
국도 제 30 호	327.3	327.3	204.6	114.4	8.3			63

(표 계속)

〈표 7.1〉 2018년도 조사구간 현황(계속)

구 분	연장 (Km)	포장도(Km)				미포 장도 (Km)	미개 통도 (Km)	2018년도 조사대상구간 (1개소=1km)
		소계	2차로	4차로	6차로 이상			
국도 제 31 호	618.7	609.1	480.2	128.9		8.8	0.8	113
국도 제 32 호	176.9	176.9		157.1	19.8			29
국도 제 33 호	172.4	172.4	7.6	164.9				34
국도 제 34 호	278.6	278.6	102.6	174.1	1.9			57
국도 제 35 호	349.7	349.7	221.8	111.9	15.9			54
국도 제 36 호	291.7	291.7	107.8	176.8	7.1			52
국도 제 37 호	390.2	390.2	239.3	150.6	0.2			82
국도 제 38 호	311.0	311.0	20.6	276.9	13.5			59
국도 제 39 호	216.9	216.9	66.2	136.6	14.1			27
국도 제 40 호	123.5	123.5	85.3	38.2				23
국도 제 42 호	307.8	307.8	138.6	126.0	43.2			44
국도 제 43 호	256.6	254.6	13.0	174.1	67.4	2.0		36
국도 제 44 호	132.4	132.4	38.3	94.1				27
국도 제 45 호	177.7	177.7	39.0	132.8	5.9			26
국도 제 46 호	209.0	209.0	83.7	93.7	31.6			35
국도 제 47 호	115.2	115.2	23.4	45.4	46.4			13
국도 제 48 호	60.6	60.6	14.7	18.0	27.9			9
국도 제 56 호	180.0	180.0	175.6	4.4				37
국도 제 58 호	79.2	70.8	42.9	19.0	8.9		8.4	14
국도 제 59 호	403.9	393.7	370.2	23.5		5.4	4.7	74
국도 제 67 호	33.6	32.9	22.2	5.7	5.0		0.7	6
국도 제 75 호	73.0	73.0	72.3	0.7				14
국도 제 77 호	697.3	622.5	422.6	118.7	81.2		74.8	110
국도 제 79 호	85.0	80.9	37.2	43.6		1.4	2.7	17
국도 제 82 호	22.7	22.7		22.7				5
국도 제 87 호	58.8	57.5	48.0	9.5		1.3		12
국도 제 88 호	38.5	38.5	38.5					8

7.3 조사

7.3.1 조사항목 및 장비

전국 일반국도 포장 노면상태 조사는 PES1를 이용하여 균열, 소성변형, 종단평탄성을 조사하였다. 추가적으로 조사구간의 현황 및 위치 등을 파악하기 위해 현황이미지 촬영을 병행하였다.

〈표 7.2〉 조사 항목과 조사 장비

조사 항목	조사 장비
소성변형 깊이(mm)	PES1
균열도(m/m^2)	PES1
종단평탄성(m/km)	PES1

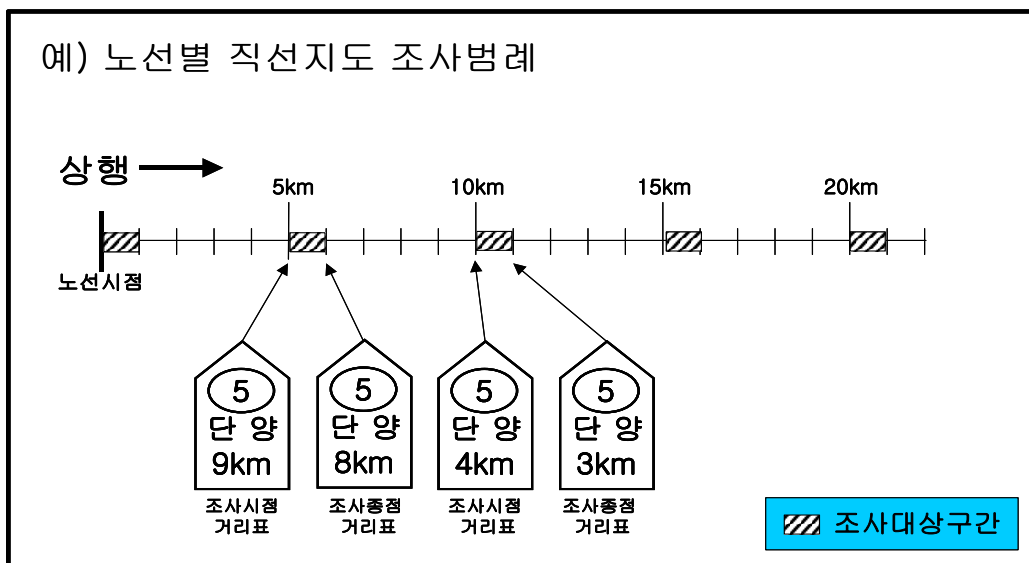


〈그림 7.1〉 전국 일반국도포장상태 조사항목

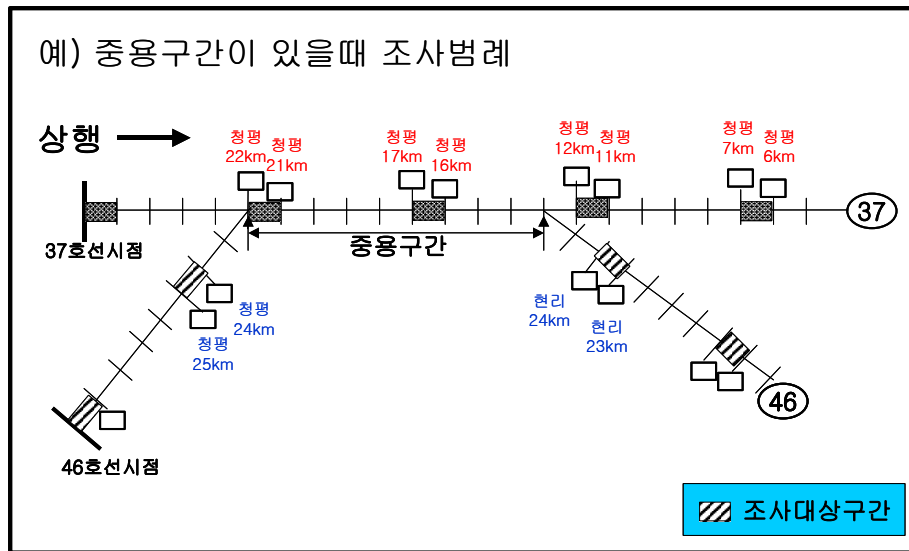
7.3.2 조사 방법

2017 전국 일반국도 포장 노면상태 조사방법은 다음과 같다.

- ① 매 5km 마다 1km, 즉 20%를 조사하는 것을 원칙으로 한다.
- ② 조사구간에 대한 시점 및 종점은 거리표를 기준으로 조사한다. <그림 7.2>와 같이 [단양9km]에서 [단양8km]까지 조사 후 [단양4km]에서 [단양3km]까지 조사한다.
- ③ 일반국도 중용구간에서는 노선번호가 낮은 도로를 기준으로 조사하고, 노선번호가 높은 도로에서의 중용구간은 제외하고 조사한다. <그림 7.3>과 같이 노선번호 46호선의 조사는 [청평25km]에서 [청평24km]까지 조사 후 중용구간을 제외하고, [현리 24km]에서 [현리 23km]까지 조사하는 방식으로 한다.
- ④ <그림 7.4>와 같이 상행선거리표에는 녹색 반사지가 부착되어 있다.



<그림 7.2> 일반국도 5호선 조사 범례



〈그림 7.3〉 일반국도 37호선, 46호선 중용구간 조사 범례



〈그림 7.4〉 상행선 거리표

전국 일반국도 포장상태 조사는 2003년부터 전 일반국도에 대해 매년 조사를 수행하고 있으며 본 과제에서도 기존 조사대상구간만을 최대한 유지하여 조사를 수행하는 것을 기본 원칙으로 하였다. 하지만 기존 조사방법에서 상행선만을 대상으로 조사를 수행하는 것은 조사의 비효율적인 방법으로 2007년부터 그 동안의 조사 노하우를 바탕으로 조사방법을 재조정하였다. 〈표 7.3〉는 조사의 효율성을 높이기 위해 조정된 노선의 조사방법이다.

〈표 7.3〉 전국 일반국도 포장상태조사 조사순서

순 번	방 향	노선 번호	노선명	연장 (km)	시점부	종점부	비고
1	진	제43호	세종~고성선	256.6	충남 연기	강원 고성	오포읍~끝
2	반	제47호	안산~철원선	115.2	경기 안산	강원 철원	
3	진	제87호	포천~철원선	58.8	경기 포천	강원 철원	
4	반	제3호	남해~초산선	581.3	경남 남해	평북 초산	
5	진	제19호	남해~홍천선	449.4	경남 남해	강원 홍천	남해~하동IC
6	진	제79호	의령~창녕선	85.0	경남 의령	경남 창녕	
7	진	제5호	거제~중강진선	588.1	경남 거제	평북 자성	
8	진	제56호	철원~양양선	180.0	강원 철원	강원 양양	사창리 중지
9	진	제75호	가평~화천선	73.0	경기 가평	강원 화천	
10	진	제56호	철원~양양선	180.0	강원 철원	강원 양양	사창리~양양
11	반	제44호	양평~양양선	132.4	경기 양평	강원 양양	
12	진	제59호	광양~양양선	403.9	전남 광양	강원 양양	어성전~양양
13	진	제46호	인천~고성선	209.0	인천 중구	강원 고성	
14	반	제6호	인천~강릉선	271.1	인천 중구	강원 강릉	
15	반	제31호	부산~신고산선	618.7	부산 기장	함남 안변	양구~일월
16	진	제88호	영양~울진선	38.5	경북 영양	경북 울진	
17	반	제31호	부산~신고산선	618.7	부산 기장	함남 안변	일월~끝
18	진	제35호	부산~강릉선	349.7	부산 북구	강원 강릉	
19	반	제42호	인천~동해선	307.8	인천 중구	강원 동해	동해~정선

(표 계속)

〈표 7.3〉 전국 일반국도 포장상태조사 조사순서(계속)

순 번	방 향	노선 번호	노선명	연장 (km)	시점부	종점부	비고
20	진	제38호	서산~동해선	311.0	충남 서산	강원 동해	INI스틸~끝
21	반	제36호	보령~울진선	291.7	충남 보령	경북 울진	
22	진	제32호	태안~대전선	176.9	충남 태안	대전 중구	
23	진	제34호	당진~영덕선	278.6	충남 당진	경북 영덕	당진~산양면
24	진	제59호	광양~양양선	403.9	전남 광양	강원 양양	34분기~여성전
25	진	제34호	당진~영덕선	278.6	충남 당진	경북 영덕	산양면~끝
26	반	제4호	군산~경주선	379.1	전북 군산	경북 경주	
27	진	제26호	군산~대구선	166.8	전북 군산	대구 서구	
28	반	제30호	부안~대구선	327.3	전남 부안	대구 서구	
29	진	제22호	정읍~순천선	173.0	전북 정읍	전남 순천	
30	진	제17호	여수~용인선	456.4	전남 여수	경기 용인	
31	진	제38호	서산~동해선	311.0	충남 서산	강원 동해	시점부
32	진	제43호	세종~고성선	256.6	충남 연기	강원 고성	양감삼거리~봉담
33	반	제29호	보성~서산선	292.0	전남 보성	충남 서산	
34	진	제23호	강진~천안선	384.7	전남 강진	충남 천안	
35	반	제25호	진해~청주선	286.0	경남 진해	충북 청주	
36	진	제14호	거제~포항선	299.5	경남 거제	경북 포항	
37	반	제28호	영주~포항선	193.3	경북 영주	경북 포항	
38	반	제13호	완도~금산선	305.1	전남 완도	충남 금산	
39	진	제15호	고흥~담양선	141.4	전남 고흥	전남 담양	
40	진	제21호	남원~이천선	352.7	전북 남원	경기 이천	

(표 계속)

〈표 7.3〉 전국 일반국도 포장상태조사 조사순서(계속)

순 번	방 향	노선 번호	노선명	연장 (km)	시점부	종점부	비고
41	진	제37호	거창~파주선	390.2	경남 거창	경기 파주	
42	반	제1호	목포~신의주선	523.4	전남 목포	평북 신의주	
43	진	제18호	진도~구례선	236.8	전남 진도	전남 구례	
44	진	제27호	고흥~군산선	155.1	전남 고흥	전북 군산	
45	진	제24호	신안~울산선	374.8	전남 신안	울산 남구	
46	진	제20호	산청~포항선	223.0	경남 산청	경북 포항	
47	진	제59호	광양~양양선	403.9	전남 광양	강원 양양	나머지~34분기
48	반	제67호	칠곡~군위선	33.6	경북 칠곡	경북 군위	
49	반	제33호	고성~구미선	172.4	경남 고성	경북 구미	
50	진	제58호	진해~청도선	79.2	경남 김해	경북 청도	
51	진	제7호	부산~온성선	496.3	부산 중구	함북 온성	
52	반	제40호	당진~공주선	123.5	충남 당진	충남 공주	
53	진	제2호	신안~부산선	465.4	전남 신안	부산 중구	
54	진	제19호	남해~홍천선	449.4	경남 남해	강원 홍천	하동IC~홍천
55	진	제39호	부여~의정부선	216.9	충남 부여	경기 의정부	
56	반	제45호	서산~가평선	177.7	충남 서산	경기 가평	
57	진	제82호	평택~화성선	22.7	경기 평택	경기 화성	
58	진	제48호	강화~서울선	60.6	인천 강화	서울 종로	
59	진	제77호	부산~파주선	697.3	부산 중구	경기 파주	

(표 끝)

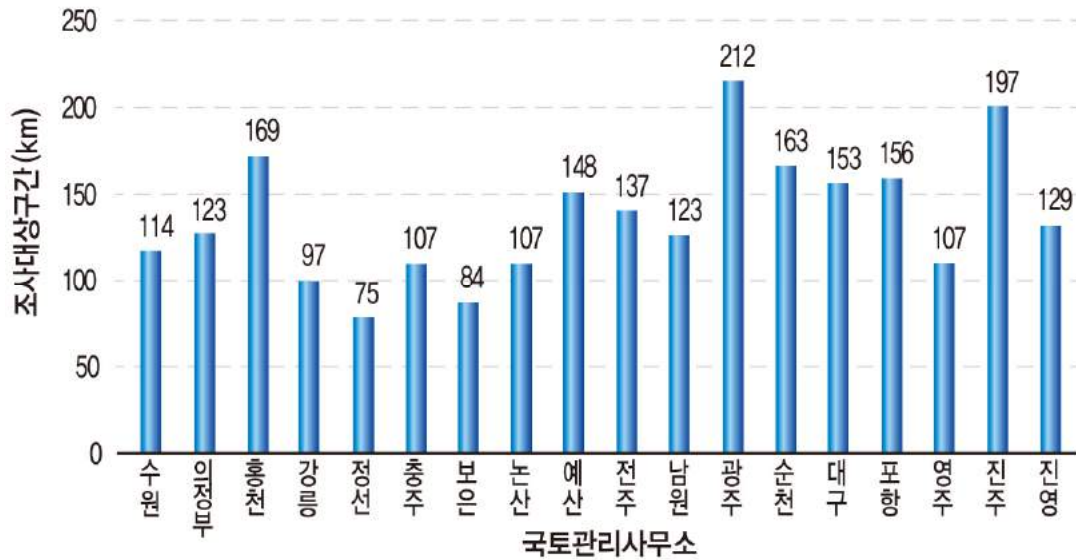
7.4 전국 일반국도 포장상태 분포 현황

7.4.1 사무소별 대상구간 현황

전국 일반국도는 서울국토지방관리청을 포함한 5개 국토관리청에서 관리되고 있으며, 각 지방국토관리청 산하 18개 국토관리사무소에서 관리되고 있다. 본 과업의 대상구간은 총 2,401개소(2,401km)이며, 각 지방국토관리청 및 국토관리사무소의 조사대상구간은 <표 7.4>와 <그림 7.5>와 같다.

<표 7.4> 사무소별 전국 일반국도 포장상태 조사대상구간

국토관리청	국토관리사무소	조사대상구간 연장(km)	소 계 (km)
총 계			2,401
서울지방국토관리청	수 원 (11)	114 (4.75%)	237 (9.87%)
	의정부 (12)	123 (5.12%)	
원주지방국토관리청	홍 천 (21)	169 (7.04%)	341 (14.20%)
	강 릉 (22)	97 (4.04%)	
	정 선 (23)	75 (3.12%)	
대전지방국토관리청	충 주 (31)	107 (4.46%)	446 (18.58%)
	보 은 (32)	84 (3.50%)	
	논 산 (41)	107 (4.46%)	
	예 산 (42)	148 (6.16%)	
익산지방국토관리청	전 주 (51)	137 (5.71%)	635 (26.45%)
	남 원 (52)	123 (5.12%)	
	광 주 (61)	212 (8.83%)	
	순 천 (62)	163 (6.79%)	
부산지방국토관리청	대 구 (71)	153 (6.37%)	742 (30.90%)
	포 향 (72)	156 (6.50%)	
	영 주 (73)	107 (4.46%)	
	진 주 (81)	197 (8.20%)	
	진 영 (82)	129 (5.37%)	



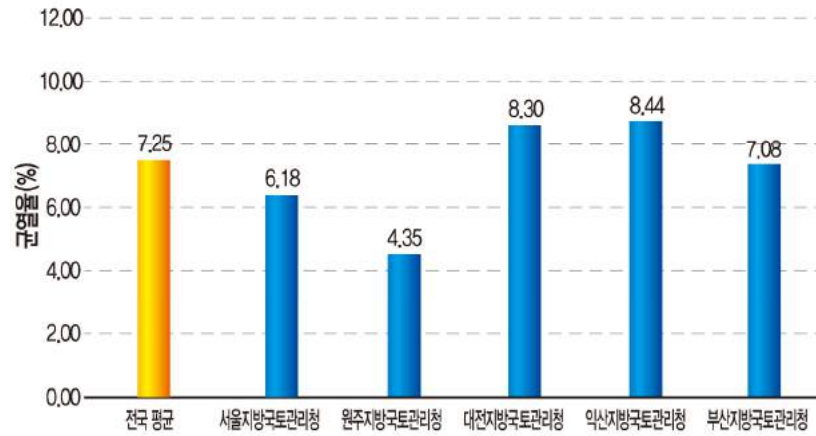
〈그림 7.5〉 관리사무소별 전국 일반국도 포장상태 조사대상구간

7.4.2 노면상태 현황

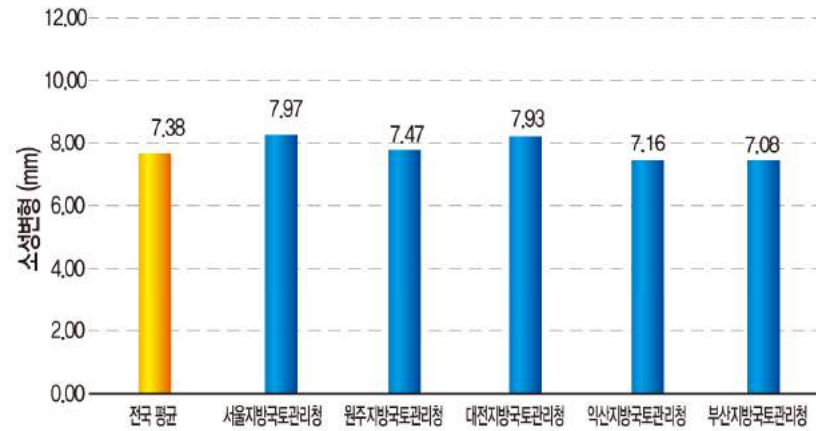
전국 일반국도에 대한 포장상태 조사 및 분석결과는 〈표 7.5〉와 같고, 전국 평균적으로 균열률은 7.25%, 소성변형량은 7.38mm, 종단평탄성(IRI)은 2.50(m/km)으로 나타났다. 균열 발생량은 상대적으로 익산청은 높게, 원주청은 낮게 나타났다. 소성변형량은 전반적으로 유사하나 서울청이 상대적으로 다소 높게 나타났다. 종단평탄성(IRI)은 전반적으로 유사한 경향으로 나타났다.

〈표 7.5〉 전국 일반국도 노면상태 현황

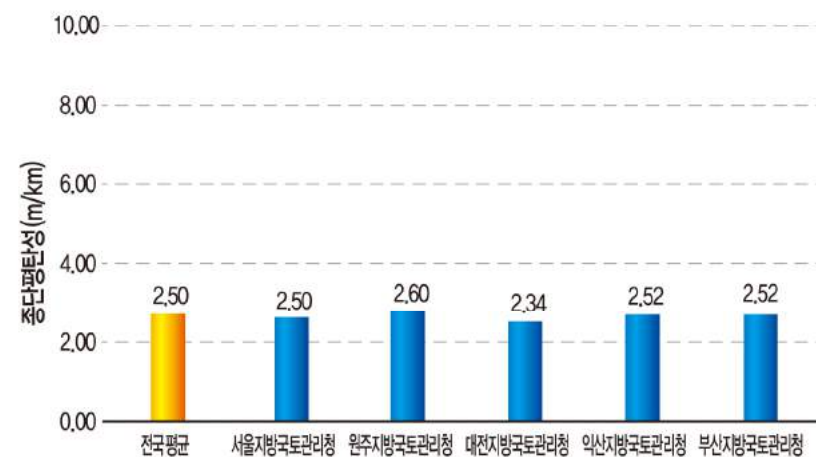
구 분	균열률(%)	소성변형량(mm)	종단평탄성(m/km)
평균	7.25	7.38	2.50
서울청	6.18	7.97	2.50
원주청	4.35	7.47	2.60
대전청	8.30	7.93	2.34
익산청	8.44	7.16	2.52
부산청	7.08	7.08	2.52



〈그림 7.6〉 국토관리청별 평균 균열률



〈그림 7.7〉 국토관리청별 평균 소성변형량



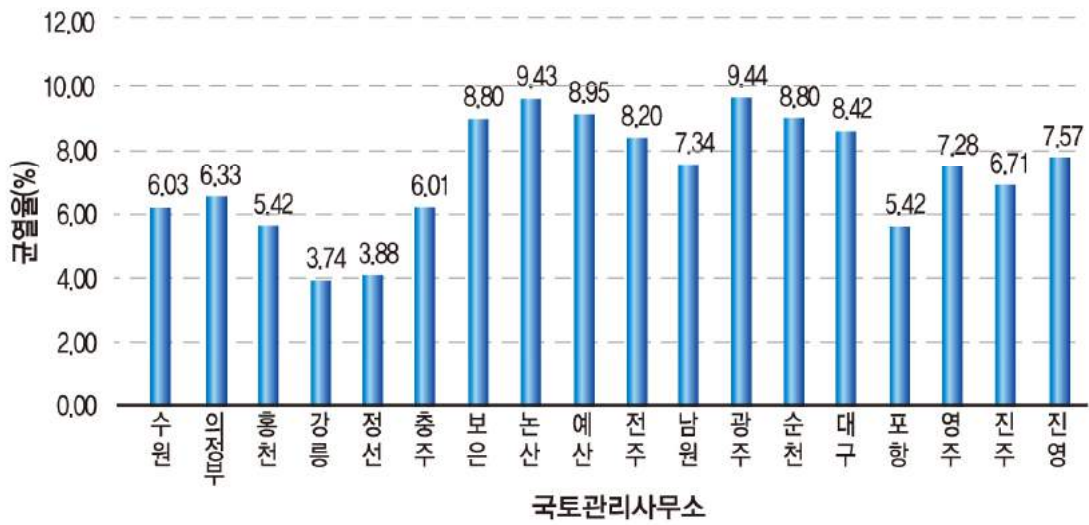
〈그림 7.8〉 국토관리청별 평균 종단평탄성

(1) 국토관리사무소별 표면결함 분석 현황

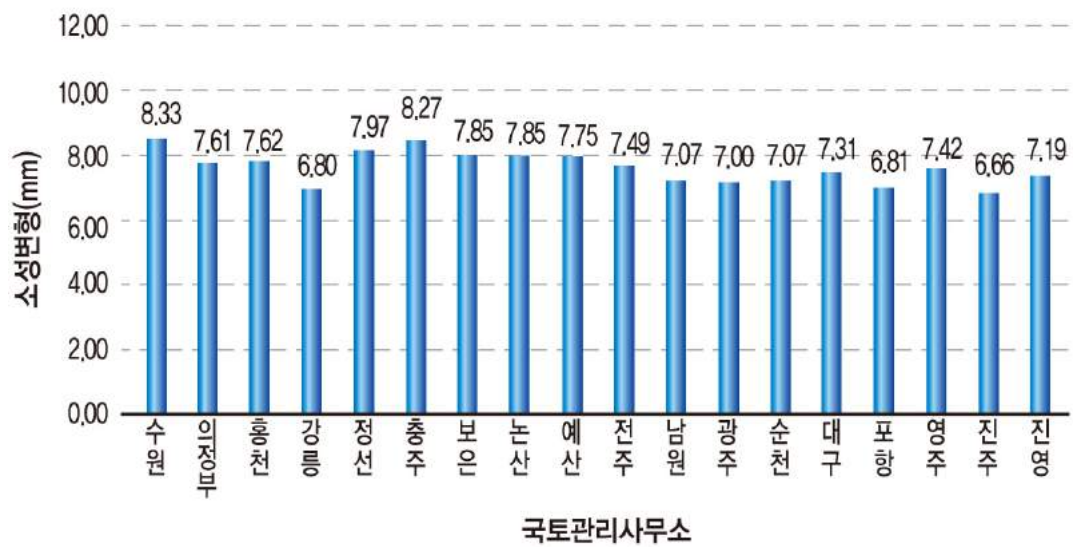
2018년도 일반국도의 표면결함 상태를 국토관리사무소별로 정리하여 <표 7.6>에 나타내었고, 각 결함별 분포현황은 <그림 7.9> ~ <그림 7.11>과 같다. 국토관리사무소별 균열률은 <그림 7.9>와 같이 광주(9.44%), 논산(9.43%), 예산(8.95%), 보은(8.80%), 순천(8.80%), 대구(8.42%) 등이 평균보다 비교적 높은 순으로 확인되었고, 강릉(3.74%), 정선(3.88%), 홍천(5.42%), 포항(5.42%) 등이 평균보다 낮은 순으로 나타났다. 국토관리사무소별 소성변형량은 <그림 7.10>과 같이 수원(8.33mm), 충주(8.27mm), 정선(7.97mm), 보은(7.85mm), 논산(7.85mm), 예산(7.75mm) 등이 평균에 비해 비교적 높게 나타났고, 진주(6.66mm), 강릉(6.80mm), 포항(6.81mm) 등이 평균보다 낮은 순으로 나타났다. 종단평탄성은 <그림 7.11>과 같이 전체적으로 유사하게 나타났으며, 이 중 정선(2.30m/km)의 종단평탄성이 가장 낮게 확인되었고, 정선(2.70m/km)이 상대적으로 높게 나타났다.

<표 7.6> 국토관리사무소별 결함 발생 현황

구 분	대상구간연장 (km)	균열률 (%)	소성변형량 (mm)	종단평탄성 (m/km)
전 국	2,401	7.25	7.38	2.50
수원국토관리사무소	114	6.03	8.33	2.35
의정부국토관리사무소	123	6.33	7.61	2.66
홍천국토관리사무소	169	5.42	7.62	2.62
강릉국토관리사무소	97	3.74	6.80	2.49
정선국토관리사무소	75	3.88	7.97	2.70
충주국토관리사무소	107	6.01	8.27	2.40
보은국토관리사무소	84	8.80	7.85	2.34
논산국토관리사무소	107	9.43	7.85	2.30
예산국토관리사무소	148	8.95	7.75	2.32
전주국토관리사무소	137	8.20	7.49	2.35
남원국토관리사무소	123	7.34	7.07	2.59
광주국토관리사무소	212	9.44	7.00	2.53
순천국토관리사무소	163	8.80	7.07	2.59
대구국토관리사무소	153	8.42	7.31	2.44
포항국토관리사무소	156	5.42	6.81	2.55
영주국토관리사무소	107	7.28	7.42	2.45
진주국토관리사무소	197	6.71	6.66	2.60
진영국토관리사무소	129	7.57	7.19	2.57



〈그림 7.9〉 국토관리사무소별 평균 균열률



〈그림 7.10〉 국토관리사무소별 평균 소성변형량



〈그림 7.11〉 국토관리사무소별 평균 종단평탄성(m/km)

(2) 노선별 표면결함 분석 현황

전국 일반국도 51개 노선별 표면결함 발생 현황은 〈표 7.7〉과 같다.

〈표 7.7〉 전국 일반국도 노선별 표면결함 발생 현황

표면결함 종류 노선번호	균열률 (%)	균열도 (m/m ²)	소성변형 (mm)	종단평탄성 (m/km)	소파보수 (%)
전체평균	7.25	0.15	7.38	2.50	1.03
일반국도 1호선	7.52	0.15	8.24	2.31	1.18
일반국도 2호선	6.18	0.12	7.40	2.35	0.77
일반국도 3호선	6.77	0.14	8.04	2.24	0.75
일반국도 4호선	12.16	0.25	7.42	2.17	0.93
일반국도 5호선	6.89	0.14	8.58	2.62	1.04
일반국도 6호선	4.05	0.08	6.97	2.58	0.23
일반국도 7호선	5.49	0.11	7.74	2.46	1.77
일반국도 13호선	8.80	0.18	7.23	2.59	0.97
일반국도 14호선	7.26	0.15	6.37	2.81	2.33
일반국도 15호선	10.96	0.22	6.03	2.65	0.73

(표 계속)

〈표 7.7〉 전국 일반국도 노선별 표면결함 발생 현황(계속)

표면결함 종류 노선번호	균열률 (%)	균열도 (m/m ²)	소성변형 (mm)	종단평탄성 (m/km)	소파보수 (%)
일반국도 17호선	6.81	0.13	8.40	2.36	1.84
일반국도 18호선	14.79	0.30	7.14	2.82	1.00
일반국도 19호선	10.46	0.21	7.53	2.45	1.60
일반국도 20호선	6.41	0.13	6.14	2.38	1.15
일반국도 21호선	7.01	0.14	7.44	2.42	1.62
일반국도 22호선	7.47	0.15	7.10	2.39	0.17
일반국도 23호선	9.18	0.18	7.38	2.29	0.94
일반국도 24호선	5.63	0.11	6.85	2.48	0.29
일반국도 25호선	5.84	0.12	7.50	2.52	0.69
일반국도 26호선	9.98	0.20	7.48	2.39	1.21
일반국도 27호선	8.85	0.18	6.48	2.32	1.41
일반국도 28호선	4.62	0.09	8.95	2.28	0.65
일반국도 29호선	8.54	0.17	7.80	2.32	1.39
일반국도 30호선	5.74	0.11	6.83	2.58	0.88
일반국도 31호선	5.01	0.10	6.71	2.56	0.78
일반국도 32호선	9.77	0.20	7.88	2.12	0.42
일반국도 33호선	4.19	0.08	7.09	2.19	0.35
일반국도 34호선	5.55	0.11	7.53	2.40	1.00
일반국도 35호선	8.65	0.17	6.46	2.61	1.07
일반국도 36호선	5.71	0.11	7.44	2.50	0.77
일반국도 37호선	6.76	0.14	6.75	2.44	1.61
일반국도 38호선	5.85	0.12	8.60	2.25	1.23
일반국도 39호선	4.12	0.08	7.02	2.27	0.35
일반국도 40호선	16.92	0.34	8.17	3.07	1.59
일반국도 42호선	4.32	0.09	7.51	2.57	1.33

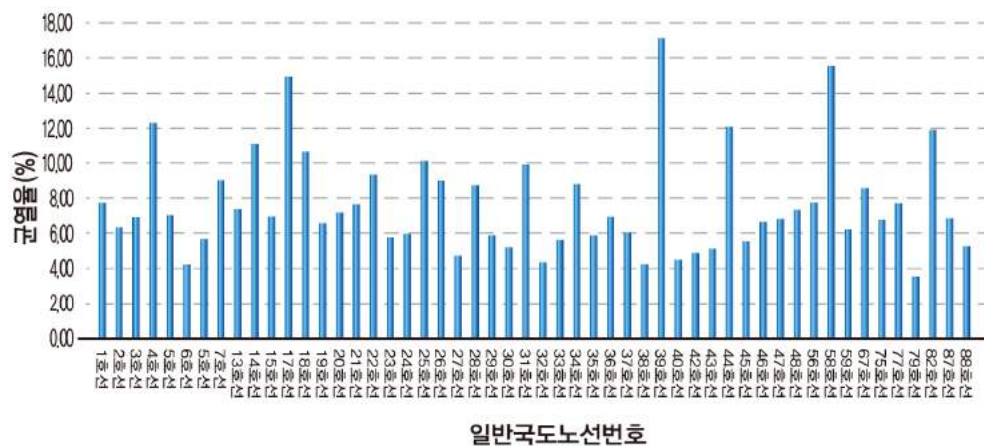
(표 계속)

〈표 7.7〉 전국 일반국도 노선별 표면결함 발생 현황(계속)

표면결함 종류 노선번호	균열률 (%)	균열도 (m/m ²)	소성변형 (mm)	종단평탄성 (m/km)	소파보수 (%)
일반국도 43호선	4.78	0.10	9.68	2.46	0.44
일반국도 44호선	4.98	0.10	7.84	2.14	0.13
일반국도 45호선	11.94	0.24	7.82	2.56	2.64
일반국도 46호선	5.41	0.11	7.98	2.59	0.80
일반국도 47호선	6.60	0.13	7.11	2.14	1.79
일반국도 48호선	7.20	0.14	7.88	2.55	2.26
일반국도 56호선	7.57	0.15	8.58	2.77	1.05
일반국도 58호선	15.35	0.31	6.70	3.16	1.51
일반국도 59호선	6.09	0.12	6.12	2.86	0.87
일반국도 67호선	8.36	0.17	7.78	2.94	0.28
일반국도 75호선	6.55	0.13	6.73	3.43	0.56
일반국도 77호선	7.52	0.15	6.72	2.84	0.54
일반국도 79호선	3.35	0.07	6.31	2.61	0.37
일반국도 82호선	11.69	0.23	8.51	1.93	0.00
일반국도 87호선	6.67	0.13	7.95	3.09	0.62
일반국도 88호선	5.02	0.10	5.90	3.42	0.25

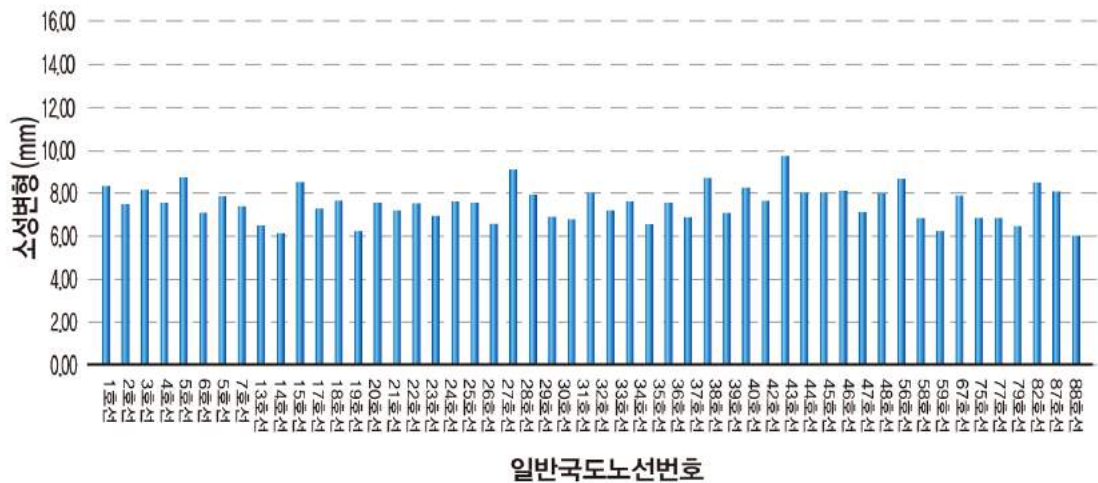
(표 끝)

일반국도의 노선별 평균 균열률은 〈그림 7.12〉와 같이 일반국도 40호선(16.92%)에서 가장 높게 나타났으며, 일반국도 79호선(3.35%)에서 가장 낮게 나타났다.



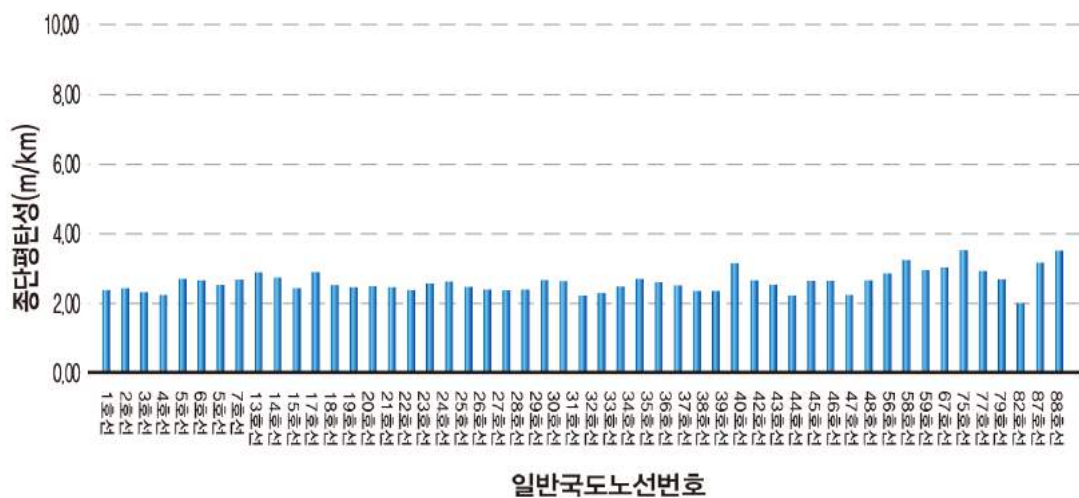
〈그림 7.12〉 전국 일반국도 노선별 평균 균열률

일반국도의 노선별 소성변형 발생량은 <그림 7.13>과 같이 일반국도 43호선(9.68mm)에서 가장 높게 나타났고, 일반국도 15호선(6.03mm)에서 가장 낮게 나타났다.



<그림 7.13> 전국 일반국도 노선별 평균 소성변형

일반국도의 노선별 종단평탄성 발생량은 <그림 7.14>과 같이 대부분이 평균과 비슷하였으나, 일반국도 75호선(3.43m/km)에서 가장 높게 나타났고, 일반국도 82호선(1.93m/km)에서 가장 낮게 나타났다.



<그림 7.14> 전국 일반국도 노선별 평균 종단평탄성

7.4.3 전국 일반국도 포장상태 변화 추이

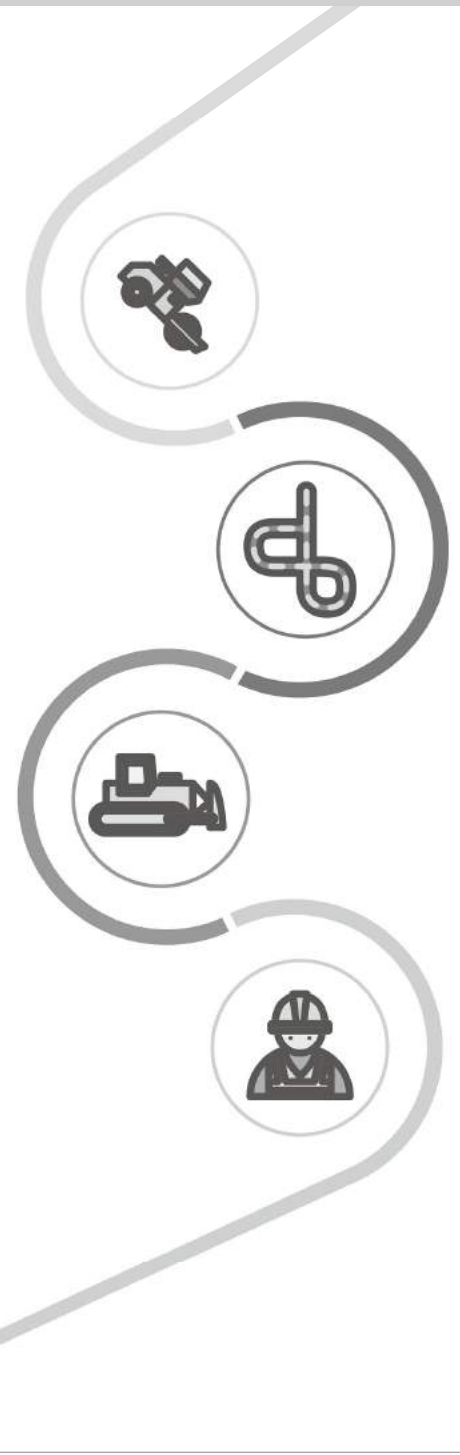
도로망 수준 조사가 본격적으로 시행된 2003년부터 2018년까지 최근 16년간의 포장상태 변화는 <그림 7.15>와 같다. 균열은 2007년 이후로는 감소하다가 2009년부터는 점차 증가하는 경향을 나타낸다. 소성변형은 2007년까지 증가하였다가 매년 점차적으로 감소하였으나 2013년에 다시 증가하였다. 종단평탄성은 2004년부터 거의 유사한 추세를 보이다가 2009년부터 약간 증가하여 현재까지 유사한 수준에서 유지되는 것으로 나타났다.

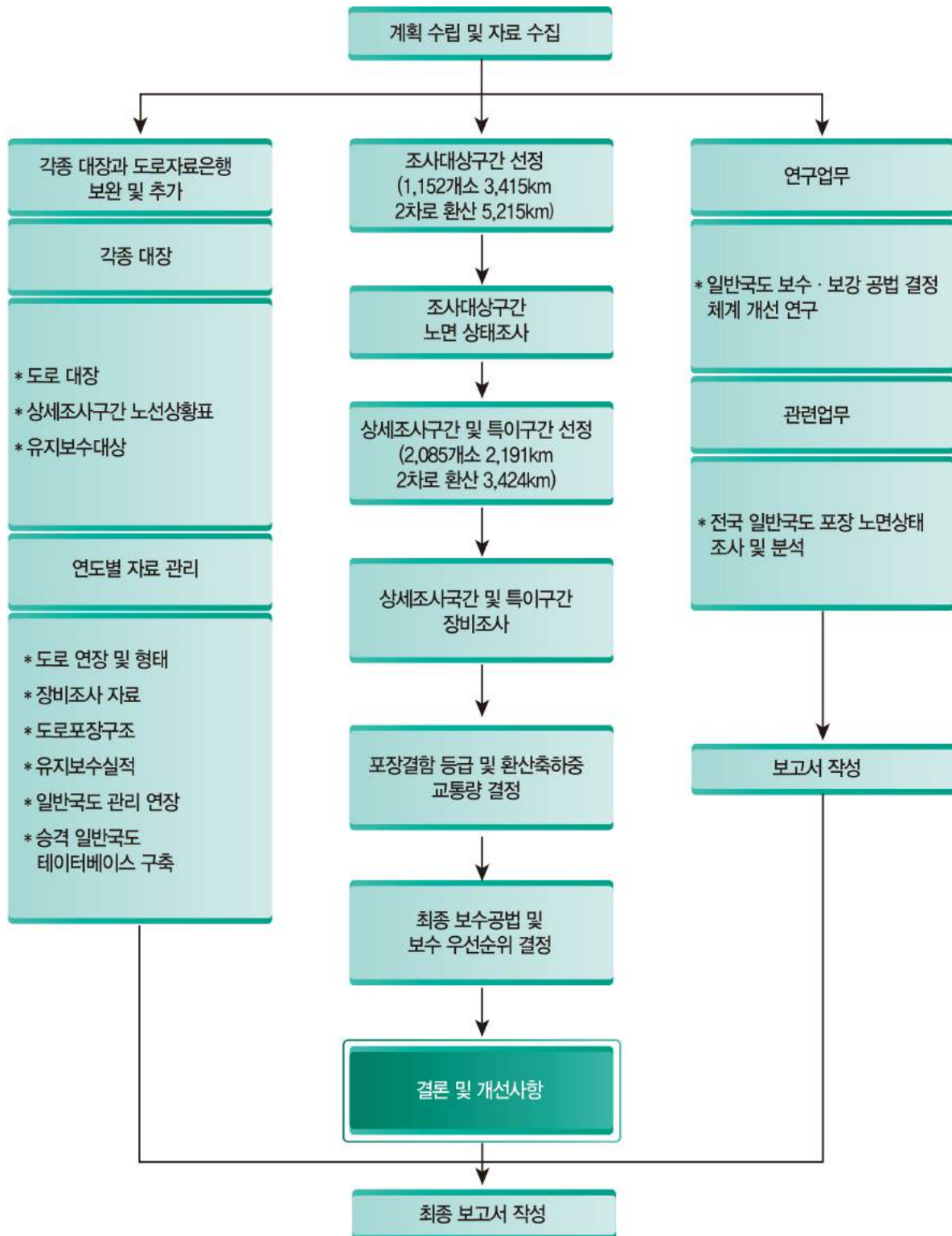


<그림 7.15> 전국 일반국도 포장상태 변화

제 / 8 / 장

결론





제 / 8 / 장 결론

본 과업에서는 2018 도로포장관리시스템 사업 및 이와 관련된 연구업무를 수행하였으며, 주요 결과는 다음과 같다.

(1) 조사대상구간 선정

국토교통부에서 직접 관리하고 있는 일반국도 11,674km 중에서 포장 관리를 위해 노면 상태 조사가 필요하다고 판단되는 구간을 약 3,412km(2차로환산 5,215km)를 선정하였다.

(2) 조사대상구간 현장조사

선정된 조사대상구간에 대하여 노면상태 조사장비(PES1, PES2)를 이용하여 균열률, 소성변형량, 종단평탄성을 조사하여 각 구간별 포장결함 등급(VI 등급)을 결정하였다.

(3) 동질성구간 분할 및 상세조사구간과 특이구간 선정

조사대상구간의 노면 상태 조사 결과, 교통량 및 유지보수 실적에 따라 상대적으로 균질한 구간을 동질성구간으로 분할하였다. 이 중 상태가 불량한 구간을 상세조사구간(2,085개 소 2,191km(2차로 환산 3,424km)으로 선정하였다. 특이구간은 선정조건(소성변형 50(mm)이상)에 부합되는 구간이 발생되지 않았다.

(4) 상세조사구간 및 특이구간 현장조사

상세조사구간에 대하여 도로 포장 조사 장비(HWD, GPR)를 이용하여 포장의 지지력, 포장의 두께 등 포장의 구조적 상태를 조사하였다. 특이구간에 대해서는 대상구간이 발생하지 않아 별도의 현장조사를 실시하지 않았다.

(5) 포장 품질 등급 및 환산 축하중 교통량 결정

상세조사구간에 대하여 포장 노면의 결함 상태와 지지력을 나타내는 처짐량을 조합하여 포장의 품질 등급(Q 등급)을 결정하였다. 또한 우선보수와 경제성 분석을 위하여 환산축하중 교통량을 결정하였다.

(6) 현장 실사

결정된 보수 및 보강 공법의 타당성을 확인하고, 보완하기 위하여 각 상세조사구간에 대해 현장조사를 실시하였다.

(7) 최종 보수 공법 및 보수 우선순위 결정

포장결합상태(균열, 소성변형, 종단평탄성), 종단구배, 횡단구배, 평명선형, 차량유지비, 기타 차량 계수 등 각종 자료를 HDM-4의 부모모델인 차량운행비 분석 모델에 입력하고, 그 결과를 이용하여 경제성을 분석하였다. 경제성 분석은 상세조사구간 중 우선보수대상 구간을 제외한 경제성 검토 대상 구간에 대해서 수행하였다. 경제성 검토 대상은 5cm 덧씌우기 대상구간 중 소성변형량이 10mm 이상, 15mm 미만인 경우 균열률이 20% 이상에서 28% 미만인 구간에 적용하였다. 이러한 구간에 대하여 본 보수공법을 차기년도에 수행하는 것과 수행하지 않는 것에 대한 분석기간 5년 동안의 총비용의 차이, 즉 할인율 3%를 고려한 순현재가치(NPV)를 기준으로 보수 우선순위를 결정하였다.

(8) 전국 국도포장 노면상태 조사

전국 국도 중 국토교통부에서 관리하고 있는 약 11,674km 에 대하여 5km 구간마다 1km씩 약 2,401km의 노면상태를 조사장비(PESI)로 이용하여 조사하고, 균열률, 소성변형량, 종단평탄성을 기초로 하여 포장상태를 분석하였다.

(9) 연구 업무

본 업무를 수행하면서 일반국도유지보수 체계를 개선 및 발전시키고자 1991년부터 분석 업무와 함께 연구 업무를 수행해오고 있다. 1991년부터 수행되었던 연구 항목은 <표 8.1>과 같으며, 2018 도로포장관리시스템에서 수행한 연구 업무의 세부내용은 별책 보고서로 작성하였다.

〈표 8.1〉 기 수행된 연구 업무 항목

연도	연구 업무 세부 항목
1991	1. 현 국도유지보수조사 체계의 검토 분석을 통한 발전 방향 제시 2. 조사 장비 검토 및 사용 현황 작성
1992	1. 상세 육안 조사 방법 세부 기준 작성 2. 표본구간 조사 방법 개선을 위한 시험 조사 및 조사 결과 검토
1993	1. 국도유지보수조사 전산화 및 매뉴얼 작성 2. HDM-3 모델의 입력 변수 민감도 분석
1994	1. 국도 이점관리 개선 방안 2. 도로 현황 자료 입력 3. 콘크리트 포장 구간 유지 관리 방안(Ⅰ) 4. 비상활주로 구간 유지 관리 방안 5. 손괴자 부담금 설정 방안
1995	1. 현 조사 체계의 개선 방안 2. 보수공법 결정의 개선 방안 3. 포장 파손 예측 모델의 개발(Ⅰ) 4. 새로운 조사 장비 도입 방안
1996	1. 신규 도입 장비 운영 방안 및 분석 기법 개발 2. 콘크리트 포장 구간 유지 관리 방안(Ⅱ) 3. 포장 파손 예측 모델의 개발(Ⅱ)
1997	1. 통합 데이터 관리 시스템 개발 2. 포장 파손 예측 모델 개발(Ⅲ) 3. 신규 도입 장비 적용 방안
1998	1. 장래 보수 예산 추정 기법 개발 2. 포장 파손 예측 모델 개발(Ⅳ) 3. 콘크리트 PMS 개발 4. 보수 설계 방법의 검증 및 개선 방안
1999	1. 신규 장비 출력 방안 2. 도로 대장 개선 업무 3. 포장 파손 예측 모델 개발(Ⅴ)
2000	1. 포장 장기 공용성 관측 연구 2. HDM-4 적용 방안 연구
2001	1. 포장 장기 공용성 관측 연구 2. 효율적인 특수포장 적용 방안 연구
2002	1. 구축된 네트워크레벨 포장상태감시체계 전산화 및 실제자료를 이용한 감시 체계 운영방안 연구 2. 특수포장 적용 방안 연구
2003	1. 예방적 유지보수 공법의 활성화방안 연구 2. 특수포장용 골재의 품질 향상방안 연구 3. 특수포장 적용방안 연구

〈표 8.1〉 기 수행된 연구 업무 항목(계속)

연도	연구 업무 세부 항목
2004	1. PMS Data 통합관리시스템 개발 연구 2. 특수포장 공용성 평가 및 적용방안 연구 3. 경제적인 포장도로 유지관리 방안 및 특수포장용 골재품질향상 방안연구
2005	1. 배수성포장 유지관리 방안 연구 2. 특수포장 공용성 및 경제성 평가 연구
2006	1. 도로포장관리시스템 효과분석 연구 2. 공용성능규정 적용방안 연구
2007	1. 일반국도PMS 사후평가 연구 2. 아스팔트콘크리트 포장 조기파손 원인분석 연구 3. 일반국도 포장상태 평가지수 개발 연구
2008	1. 일반국도 유지보수 공사 시방서 개정 연구
2009	1. 도로유지보수 실무 편람 개정 연구 2. 시험시공구간 사후평가(포장상태 추적조사 및 평가)연구 3. 콘크리트 포장 조사기법 및 분석방법 개발 연구 4. 콘크리트 포장 유지보수 재료 평가 5. 일반국도 포장평가지수(NHPCI) 검증
2010	1. 의사결정 시스템 개선 방안 연구(1차년도) 2. 콘크리트 포장용 보수재료 및 시공관리 방안 연구 3. 도로굴착복구 매설깊이 기준 정립 및 굴착복구 매뉴얼
2011	1. 도로하부 매설관의 포장체에 미치는 영향평가 및 굴착복구 매뉴얼(안)제시 연구 2. 의사결정 시스템 개선 방안 연구(2차년도) 3. GIS 도입을 위한 일반국도 포장관리시스템(PMS)의 D/B 및 시스템 정비(1단계) 4. 시험시공 사후평가 및 D/B구축 연구
2012	1. 의사결정 시스템 개선 방안 연구(3차년도) 2. GIS 도입을 위한 일반국도 포장관리시스템(PMS)의 D/B 및 시스템 정비(2단계) 3. 시험시공 사후평가 및 D/B구축 연구
2013	1. 도로포장 유지보수에서 성능보증제도 도입 방안 연구 2. GIS 도입을 위한 일반국도 포장관리시스템(PMS)의 D/B 및 시스템 정비(3단계) 3. 도로포장 유지보수재료 시험시공 및 추적조사 연구
2014	1. 보수공법 신뢰성 향상을 위한 PMS 운영체계 개선 방안 연구 2. 포장관리시스템(PMS) D/B 및 의사결정시스템 확장 3. 시험포장 평가 시스템 개발(안) 및 균열실링공법 활성화 방안 연구
2015	1. 도로포장 품질관리 향상을 위한 성능보증계약제도 활성화 방안 연구 2. 자동 균열분석 프로그램 개발(1차년도) 3. 일반국도 PMS의 포장도 보수공법 결정체계 및 포장상태평가지수 개선
2016	1. 예방적 유지보수공법 활성화를 위한 개선 연구 2. 자동 균열분석 프로그램 개발(2차년도)
2017	1. 일반국도 보수·보강 공법 결정 체계 개선 연구

(10) 기타 업무

2018 도로포장관리시스템 업무와 관련하여 본 업무 외에 수행된 업무는 다음 <표 8.2>와 같다.

<표 8.2> 기타 업무 수행현황

번호	시행날짜	공문번호	수신처	제 목
1	2018.07.19	인프라안전연구본부 -11120	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(경기도건설본부)
2	2018.07.19	인프라안전연구본부 -11126	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(서울청)
3	2018.07.19	인프라안전연구본부 -11128	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(부산청)
4	2018.08.08	인프라안전연구본부 -13228	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(부산청)
5	2018.08.08	인프라안전연구본부 -13229	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(충남종합건설사업소 홍성지소)
6	2018.08.08	인프라안전연구본부 -13230	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(원주청)
7	2018.08.14	인프라안전연구본부 -13887	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(강원도 도로관리사업소)
8	2018.08.30	인프라안전연구본부 -15609	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(충남종합건설사업소 공주지소)
9	2018.09.14	인프라안전연구본부 -17319	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(보은국토)
10	2018.09.14	인프라안전연구본부 -17320	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(익산청)
11	2018.09.14	인프라안전연구본부 -17321	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(대구국토)
12	2018.10.19	인프라안전연구본부 -20962	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(대구국토)

〈표 8.2〉 기타 업무 수행현황(계속)

번호	시행날짜	공문번호	수신처	제 목
13	2018.10.23	인프라안전연구본부 -21386	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(전북도로관리사업소)
14	2018.10.23	인프라안전연구본부 -21392	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(충남종합건설사업소 홍성지소)
15	2018.10.23	인프라안전연구본부 -21393	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(익산청)
16	2018.10.24	인프라안전연구본부 -21641	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(전남도도로관리사업소 동부지소)
17	2018.10.31	인프라안전연구본부 -22607	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(대구국토)
18	2018.11.16	인프라안전연구본부 -24543	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(전북도로관리사업소)
19	2019.01.07	인프라안전연구본부 -391	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(경남도도로관리사업소 진주지소)
20	2019.02.12	인프라안전연구본부 -3386	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(진주국토)
21	2019.02.28	인프라안전연구본부 -5381	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(전주국토)
22	2019.03.06	인프라안전연구본부 -5812	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(전주국토)
23	2019.03.13	인프라안전연구본부 -6576	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(진주국토)
24	2019.03.13	인프라안전연구본부 -6577	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(경북 남부건설사업소)
25	2019.04.04	인프라안전연구본부 -9145	국토교통부 도로운영과	포장도 보수공법 검토의견서 제출(남원국토 무주출장소)

(11) 자문 회의

2018 도로포장관리시스템 업무와 관련하여 본 업무 외에 수행된 업무는 다음과 같다.

일반국도 도로포장관리시스템 자문회의

- ① 주 제 : 도로포장관리시스템(PMS) 2019년 보수공법 기준 결정
- ② 일 시 : 2019년 02월 26일(화), 13:00 ~ 18:00
- ③ 장 소 : 토즈 세종센터(세종특별자치시 한누리대로 253, 8층)
- ④ 참석자 : 국토교통부 - 사무관, 주무관

KICT -

국토관리사무소 - (수원국토)

(홍천국토)

주무관, (논산국토)

주무관,

(광주국토)

주무관, (대구국토)

주무관

자문위원 - (충북대학교)

교수, (한밭대학교)

교수,

(서울시)

주무관



일반국도 PMS 자문회의록

□ 김OO 사무관(국토교통부)

- 서울시 도로와 일반국도 도로의 차이점은?
 - 교통속도, 교통량에 따라 포장에 미치는 영향이 달라 서울시와 일반국도를 직접 비교하기에는 무리가 있음
- PMS는 해마다 5,000km 조사하고 있으며, 예산 및 공법 선정 과정을 건기원에 의존하는 실정임. 해결방안은?
 - 일반국도는 방대한 물량으로 쉽게 접근할 수 없으므로 건설기술연구원 PMS 팀의 역할이 매우 중요함
- 지방청에서 공법 변경 요청하는 이유는?
 - 차로 별 중차량 이동량이 달라 상행은 일반, 하행은 개질로 나가는 경우가 있음
- 국도유지 담당자 만나 보수 예정구간 및 추가 보수구간 협의할 것

□ 김OO 주무관(서울특별시)

- 2,600억이 왜 부족한지, 실제 일반국도에서 어느 정도의 보수예산이 필요한지 먼저 파악해야함
- 10cm, 5cm 절삭되어야 하는 상황을 미리 파악하여 보수비를 낮추고, 효과적인 관리를 할 수 있도록 하는 것이 PMS 목적임
- 서울시의 경우 PMS 모델을 도입하여 전수조사 간격을 3년에서 1년으로 줄이고자 하는데 이럴 경우 조사비용이 2배로 늘어남
- 2019년 예산으로 판단하면 2020년 이후 예방적 유지보수 비용이 기하급수적으로 늘 것으로 예상됨. 30년 이상 된 포장층부터 파악하여 선제적 대응해야 할 것으로 판단됨
- 예방적 유지보수 공법은 처음에 예산 투입이 많으면 나중에 적게 들고, 반대 상황이면 추후 예산 부족 현상이 발생할 것임

□ 도OO 교수(한밭대학교)

- 보수공법 결정 의사결정 체계 설정 시 소성변형 18mm, 25mm, 30mm 등의 기준을 공학적으로 타당성을 들며 설명해야함
- ADT 보다는 중차량 교통량이 포장에 영향을 크게 미침
- 코어 채취 시 위치에 따라 해당 노선의 대표성을 띄는지는 미지수임
- 하부지반 취약상태는 코어 채취로 판단할 수 없음

- 예방적 유지보수 예산을 고정시켜 예산이 커질수록 우선보수에 집중되는 현상을 막아야 할 것으로 생각됨
- 2012년 예산에 비해 2019년 예산규모가 커진 것은 PMS 시스템의 신뢰도가 향상된 것으로 보임
- 당해연도 예산투입 부족에 따른 차년도 포장에 미치는 영향을 PMS 연구차원에서 고려해야함
- 19년도 예산(안)은 보수적, 전통적 공법(일반, 개질 등)에 편중된 것으로 보임
 - 의사결정체계에 따라 결정되며, 주관적 의견은 개입되어선 안됨

□ 이00 교수(충북대학교)

- 의사결정 체계에서 28%라는 숫자가 나온 기준이 명확한지 궁금함
 - 연도 별로 숫자가 다르고, 관련 연구를 수행중임
- HDM-4 이용 시 예전 데이터와 현재 데이터 비교했을 때 차이가 발생했는지 궁금함
 - 비교 연구를 하지 않았으나, 향후 고려하겠음
- 공법 결정 프로그램 제작 시 한국형포장설계법과 같이 맞지 않는 경우가 발생 할 수 있으니 충분히 검토 후 사용 권장함
- 균열률 조사의 경우 30cm×30cm 그리드로 분석하는데 그 이유가 무엇인지, 15cm×15cm 했을 때의 문제점은 무엇인지
 - 서울시의 경우 15cm×15cm, 20cm×20cm 등으로 시험해보았으나, 30cm×30cm이 분석 효율, 시간, 정확도 측면에서 우수함
- 균열 분석 프로그램 상용화되고 있는지
 - 미국 FHWA에서 개발된 프로그램을 도입하였을 때, 신뢰도 60%가 나오고 있으나 균열 길이, 심각도, 균열 면적 등을 고려하였을 때 약 80%정도의 정확도를 보임

□ 손00 주무관(광주국토관리사무소)

- 공법내시구간 1km, 2km 단위로 내려주길 바람. 현재와 같이 100m, 200m단위로 시공할 경우 운반비와 장비대가 비효율적임
 - 세금낭비 문제, 묶어서 내보내면 정말 필요한 곳이 보수 못할 확률이 높음

□ 신00 주무관(충천국토관리사무소)

- 상, 하행 공법 다르게 나오는 이유?
 - 균열률 차이로 공법 달라질 수 밖에 없음(ex:포항 제철 진출입로)
- 42호선 국도대체 콘크리트포장 구간 통행 여건 동일하나 구스, 공법별로도 공법내시 되었음
 - 콘크리트 상부 아스팔트 포장은 구스+개질 밖에 현실적 방법 없음

사진대지



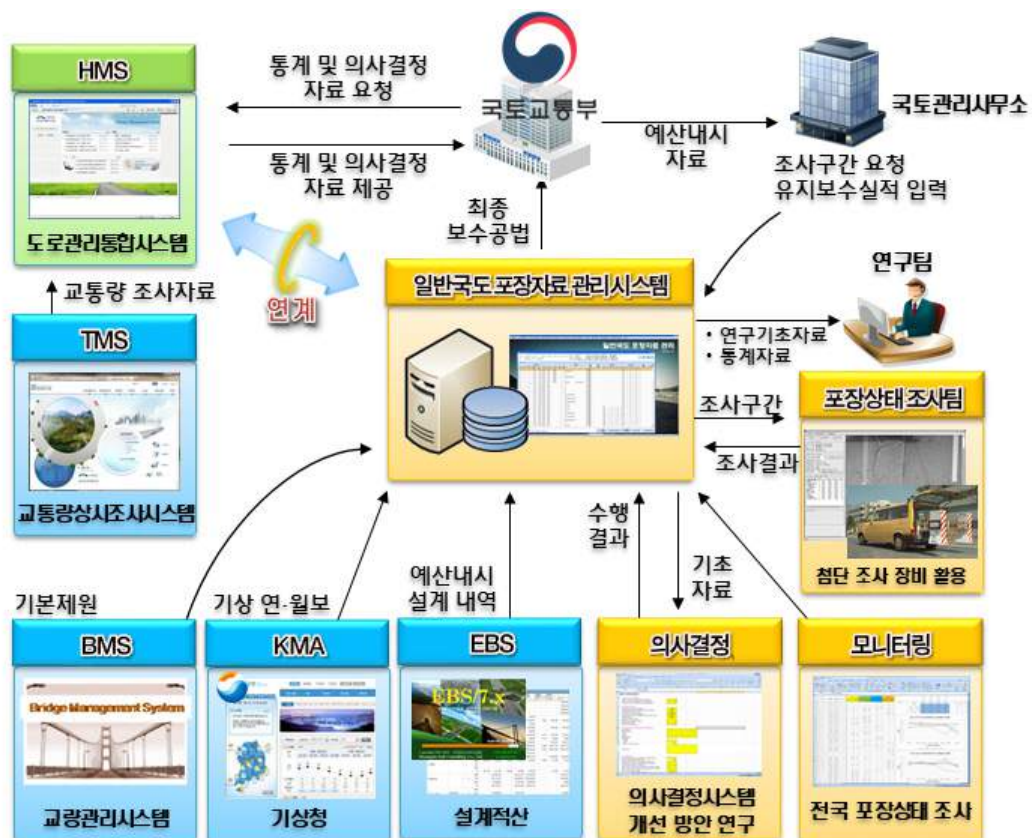


부 록 1

일반국도 포장사료관리 시스템(PDMS)

부록 1 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)

일반국도 포장자료관리시스템(PDMS : Pavement Data Management System)은 일반국도의 노선현황 관리, 일반국도를 이용하는 국민에게 쾌적한 도로환경을 제공하기 위한 유지보수를 목적으로 하는 Project Level 포장상태 관리, 전국 일반국도의 대표 포장상태를 관리하기 위한 Network Level 포장상태 관리로 구성되어 있다. 또한 노선현황 및 포장파손 요인 정보의 사용을 위해 교량관리시스템(BMS), 교통량상시조사시스템(TMS), 기상정보 시스템(KMA) 등과 밀접한 관련이 있다. 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)에 축적된 정보의 일부는 도로관리통합시스템(HMS)를 통해 국토교통부 및 국토관리사무소에 서비스 되고 있다. <그림 1.1>은 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)의 개념도 이다.

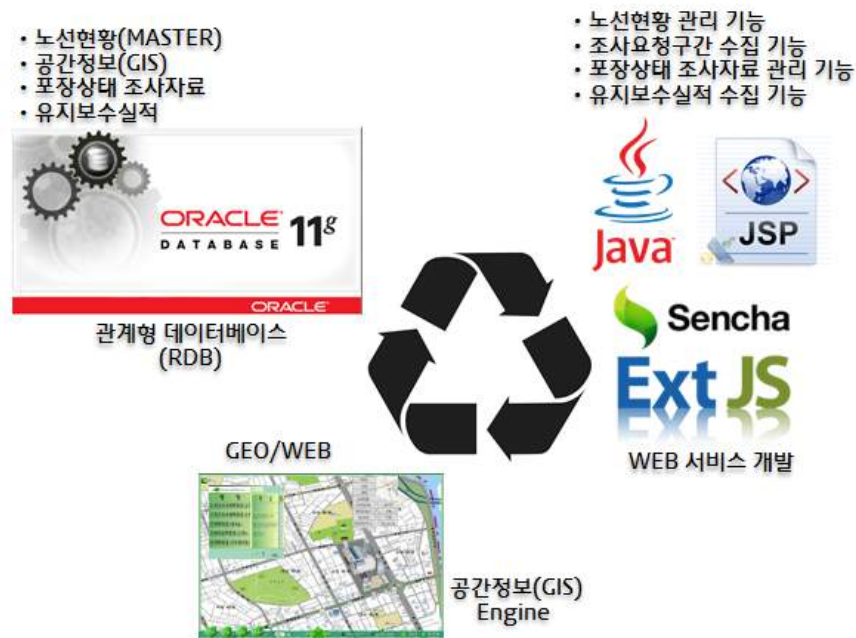


<그림 1.1> 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)

2.1 시스템 구성

2.1.1 소프트웨어 구성

일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)은 일반국도 포장상태 조사 및 유지보수 실적 자료를 저장하는 관계형 데이터베이스(RDB), 일반국도 포장상태 조사 단계별 자료 관리를 지원하기 위한 WEB 서비스, 일반국도 노선현황을 관리하는 공간정보(GIS)로 구성되어 있으며 <그림 1.2>과 같다.



<그림 1.2> 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS) 소프트웨어 구성

- ORACLE 11g : 세계 데이터베이스 시장에서 가장 범용적으로 적용되고 있는 관계형 데이터베이스 시스템(RDBMS)으로 대용량 데이터 관리에 검증된 솔루션이다. 일반국도 공간정보(GIS), 포장상태 자료 전체의 저장을 담당
- ExtJS : JavaScript의 라이브러리 Framework 중 하나로 일반국도 포장자료관리 시스템(PDMS)에서는 사용자 인터페이스(UI) 부분을 담당
- Java/JSP : 사용자 인터페이스(UI)와 데이터베이스 간 자료교환 및 PDMS 내부 기능 구현을 담당
- GEO/WEB : 데이터베이스에 저장된 공간정보를 WEB 서비스를 통해 시각화하기 위한 구축 Platform을 담당하는 GIS Engine

2.1.2 하드웨어 구성

일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)의 하드웨어는 데이터베이스 서버(DB Server), 공간정보 서버(GIS Server), WEB 서버(WEB Server)로 구성되어 있다. 각 서버 별 사양은 <표 1.1>와 같다.

<표 1.1> 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS) 하드웨어

하드웨어	제원
DB Server	· MODEL : HP DL380p Gen8 E5-2640 Base AP Svr · CPU : Quad-Core Intel Xeon X5450(3.00 GHz) · Memory : 16GB(4GB*4EA) PC2-5300, DDR2-667 · HDD : HP 3TB(1TB*3EA) 6G SATA 7.2k 2.5in SC MDL · Power Supply : HP 460W
WEB Server	· MODEL : HP DL380p Gen8 E5-2640 Base AP Svr · CPU : Quad-Core Intel Xeon X5450(3.00 GHz) · Memory : 16GB(4GB*4EA) PC2-5300, DDR2-667 · HDD : HP 3TB(1TB*3EA) 6G SATA 7.2k 2.5in SC MDL · Power Supply : HP 460W
GIS Server	· MODEL : HP DL380p Gen8 E5-2640 Base AP Svr · CPU : Quad-Core Intel Xeon X5450(3.00 GHz) · Memory : 16GB(4GB*4EA) PC2-5300, DDR2-667 · HDD : HP 3TB(1TB*3EA) 6G SATA 7.2k 2.5in SC MDL · Power Supply : HP 460W

- DB Server : 일반국도포장 데이터베이스(NHPDB)가 탑재되어 구동되는 서버로 일반국도 포장 자료 전체를 관리
- WEB Server : 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)의 WEB Service가 탑재되어 구동되는 서버로 DB Server 및 GIS Server와 정보를 교환하며 사용자에게 일반국도 포장자료 관리 서비스를 제공
- GIS Server : 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)에서 요청된 다양한 시각화 정보 요구에 따른 공간정보(GIS)의 구성 및 WEB Service로의 전달

2.2 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS) 데이터베이스

일반국도 포장자료관리시스템(PDMS) 데이터베이스는 일반국도 전체 도로망에 대한 자료를 전산화하여 일반국도유지관리체계의 효율성을 향상시키기 위한 목적으로 1987년부터 국토교통부의 일반국도유지보수조사 과업의 일부로서 구축되었으며, 현재 한국건설기술연구원에서 관리와 운영을 하고 있다. 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS) 데이터베이스는 수차례에 걸친 개선작업을 통해 현재는 일반국도의 노선현황 관리 부문과 유지보수 및 포장상태 조사 자료를 관리하는 포장상태 조사 영역, 일반국도 전체의 대표 포장상태를 관리하는 전국 일반국도 포장상태 조사 영역으로 분류하여 관리되고 있다. 또한 타 시스템으로부터 교량 및 터널 제원 정보, 교통량 상시조사 자료 등을 연 단위로 수집하여 일반국도 포장상태 관리 기초자료로 활용하고 있다. 〈그림 1.3〉은 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS) 데이터베이스의 구성이다.

- 일반국도 노선현황 - 공간정보(GIS), 노선현황 리스트
- 일반국도 유지보수 및 포장상태 조사자료 관리
 - 조사요청구간, 조사대상구간, 상세조사구간
 - 예산내시구간, 유지보수 이력
- 전국 일반국도 대표 포장상태 조사



〈그림 1.3〉 일반국도 포장자료 관리시스템(PDMS) 데이터베이스의 구성

2.2.1 일반국도 공간정보(GIS)

일반국도 포장자료관리시스템(PDMS) 데이터베이스에서 관리되는 일반국도 노선현황은 공간정보(GIS)와 속성정보로 분류된다. 일반국도 공간정보(GIS)는 기본적으로 LINK와 NODE로 구성되며 <그림 1.4>와 같이 설명할 수 있다.



〈그림 1.4〉 일반국도 공간정보(GIS) 구성 개념도

공간정보시스템(GIS)에서 링크(LINK) 및 노드(NODE)는 일반적으로 다음과 같이 정의할 수 있다.

- 링크(LINK) : NODE와 NODE를 연결한 선으로 도로의 연장을 갖는 자료이다. LINK는 도로, 교량, 터널, 고가도로, 지하차도의 유형을 갖는다.
- 노드(NODE) : 차량 속도 변화점을 표현한 것으로 교차로, 교량 및 터널의 시·종점, 도로의 시·종점, 지하차도 시·종점, IC/JC 등을 의미하며, 추가적으로 행정경계를 포함한다.

일반국도 포장자료관리시스템(PDMS) 데이터베이스는 링크 및 노드 외에 관리구간(국토교통부, 지자체), 차로수, 포장폭, 포장종류, 포장구조를 일반국도의 추가 속성정보로 관리하고 있다. 일반국도는 속성정보 중 관리구간은 일반국도 경로 상 행정구역에 따라 국토교통부 관리 구간과 지자체(시) 관리 구간으로 분류한다. <표 1.2>는 일반국도 관리기관 분류 기준이다.

〈표 1.2〉 일반국도 관리기관 분류 기준

관리기관	설명
국토교통부	· 일반국도 중 군, 읍, 면, 리를 통과하는 구간 · 국토교통부 국토관리사무소에서 관리
지자체	· 일반국도 중 시의 동 구간을 통과하는 구간 · 시관리 구간으로 명명

2.2.2 일반국도 포장상태 조사 자료

일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)에서는 일반국도 포장상태 조사 구간을 선정하고, 각 조사구간에 대해 아래와 같은 포장상태 조사 장비를 사용하여 일반국도의 포장 파손 상태를 조사한다. 포장상태 조사구간은 구축된 일반국도 공간정보(GIS), 속성정보 및 이력자료(포장상태, 유지보수실적)를 바탕으로 선정되며, 포장상태 조사에서 생산된 자료는 일반국도 포장자료관리시스템(PDSM) 데이터베이스에 입력되어 관리된다.

- 위성항법장치(GPS) 및 거리 측정기(DMI)에 의한 위치 측정
- PES1,2에 의한 표면 결함과 주변 환경 측정
- PES1,2에 의한 종단평탄성 및 소성변형 측정
- HWD에 의한 처짐량 측정
- GPR에 의한 포장두께 측정

일반국도 포장상태 조사 중 장비를 활용한 조사는 2단계에 거쳐 진행된다. 〈표 1.3〉은 일반국도 포장상태 조사구간의 단계 및 조사항목이다.

〈표 1.3〉 일반국도 포장상태 조사 단계 및 항목

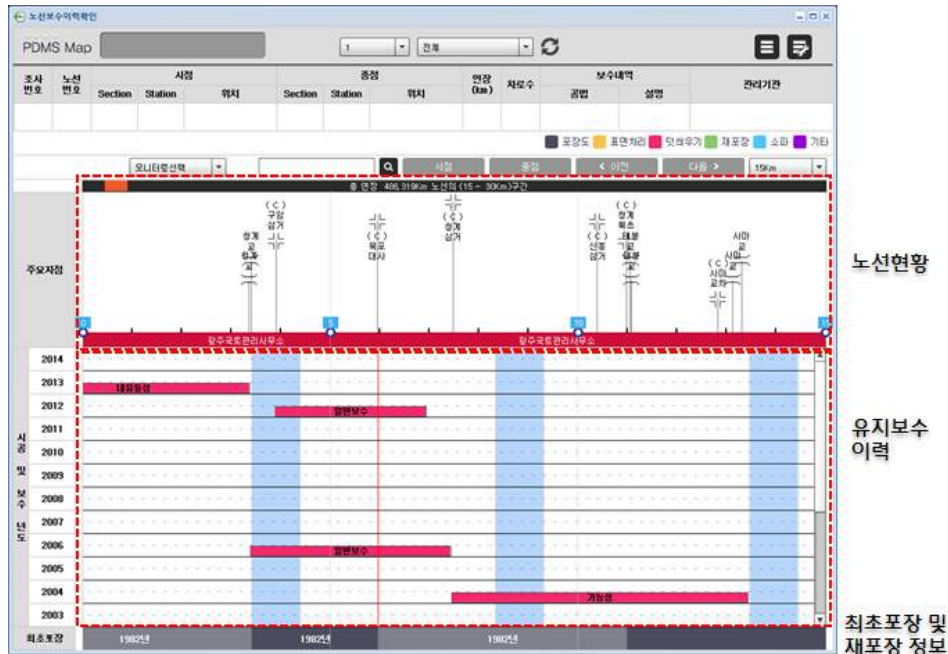
조사단계	조사항목
1차조사 (조사대상구간)	· 조사대상구간 선정 조건에 의해 선정된 구간(약 4,000Km) · 조사구간 속성, 균열(포트홀, 소성변형 포함), 종단평탄성, 소성변형
2차조사 (상세조사구간)	· 1차조사구간 중 정밀조사가 필요한 구간(약 1,800Km) · 처짐량, 포장두께

2.2.3 일반국도 유지보수실적

일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)에서는 포장상태 조사 결과를 바탕으로 보수가 필요한 구간에 대해 유지보수 공법 및 예산을 배정하고, 유지보수가 실시된 내역을 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS) 데이터베이스에 입력받는다. 유지보수 실적 입력 항목은 다음과 같다.

- 일반국도 노선별 유지보수 구간 정보
- 유지보수 공법 및 공법에 대한 세부설명
- 유지보수 비용

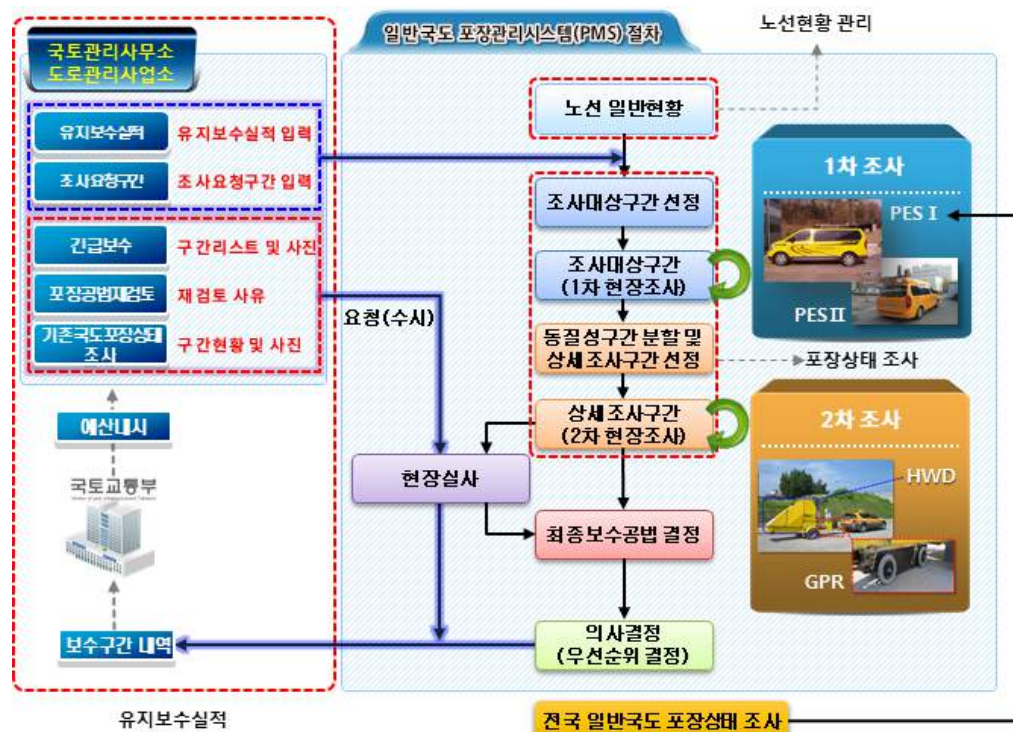
일반국도의 유지보수 실적은 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS) 데이터베이스에 노선별/연도별로 축적되어 이력정보 형태로 관리된다. 유지보수 실적은 <그림 1.5>와 같은 형태로 사용자에게 서비스 되어 특정 일반국도 구간에 대해 과거 약 20년간의 유지보수 실적을 확인할 수 있다. 일반국도 유지보수 이력은 일반국도 노선현황과 연간 유지보수 실적 입력 자료를 바탕으로 구성된다. 유지보수 이력 자료는 포장상태 조사구간 선정 조건 중 중요도가 매우 높다.



<그림 1.5> 일반국도 유지보수 이력

2.3 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)의 기능

일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)은 일반국도 노선현황 관리, 포장상태 조사 구간 및 조사자료 관리, 유지보수실적, 전국일반국도 포장상태 조사의 4가지 영역으로 구성되어 있다. 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)의 운영 절차를 도식화 하면 <그림 1.6>과 같으며 각 영역별 자료를 관리하는 기능으로 구성되어 있다.

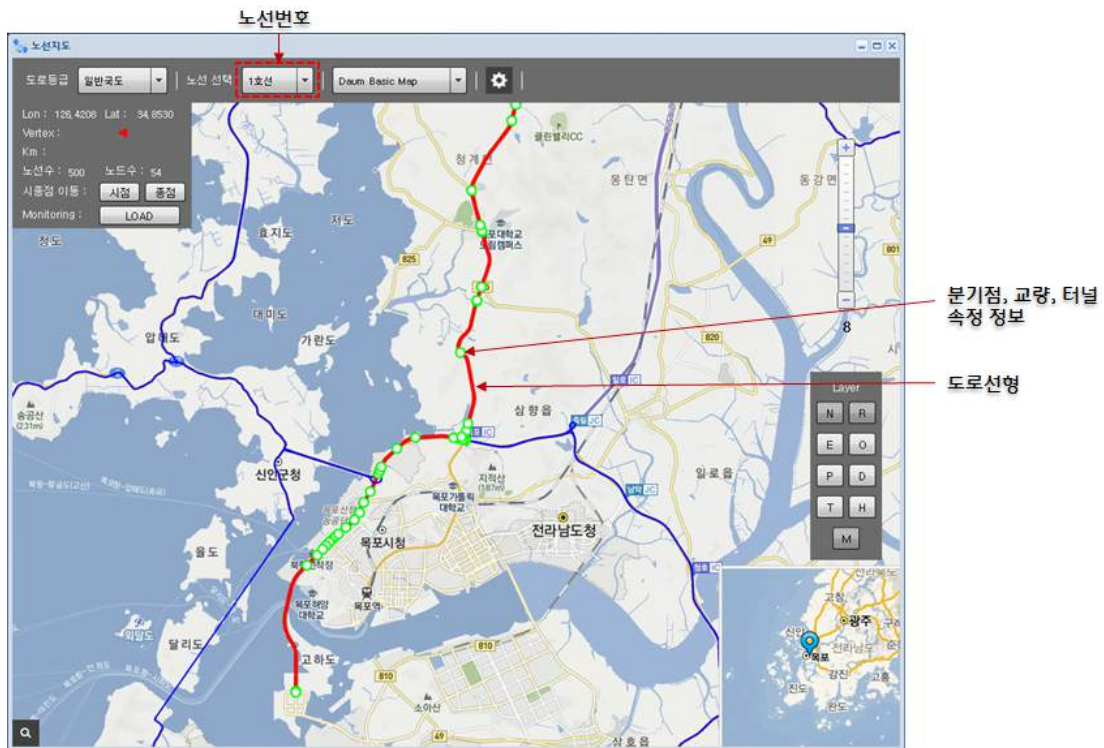


<그림 1.6> 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS) 기능 및 운영절차

2.3.1 일반국도 노선현황 관리

일반국도 노선현황은 일반국도 공간정보(GIS)를 바탕으로 노선별 선형과 속성정보를 관리하도록 구성되어 있다. <그림 1.7>과 <그림 1.8>은 일반국도 노선현황을 관리하는 기능이다.

- 일반국도 공간정보는(GIS) : 전국 51개 일반국도 노선에 대해 노선번호, 도로 선형, 분기점, 교량 및 터널의 시·종점, 행정구역, 관리기관 정보를 관리
- 속성정보 : 차로수, 포장종류, 포장구조 정보 등을 관리



〈그림 1.7〉 일반국도 노선현황(공간정보)

노선번호

노선번호: 1호선

2014년도

이벤트 검색

노선번호	구간	지점	연장	구간내	누적	중점	지역	사무소	시구간	공사	차량수	모정폭	이벤트	도량	최소도량
1	01	1	0	0.000	0.000	0.000	전남	광주	목포시	신항교차점(1호선 시점)	시점				
2	01	1	0	0.043	0.043	0.043	전남	광주	목포시	목포대교	교량				
3	01	1	0	0.000	0.043	0.043	전남	광주	목포시		교량				
4	01	1	0	0.960	1.003	1.003	전남	광주	목포시		교량				
5	01	1	1	1.000	2.003	2.003	전남	광주	목포시		교량				
6	01	1	2	1.000	3.003	3.003	전남	광주	목포시		교량				
7	01	1	3	1.000	4.003	4.003	전남	광주	목포시		교량				
8	01	1	4	0.826	4.829	4.829	전남	광주	목포시		교량				
9	01	1	4	0.000	4.829	4.829	전남	광주	목포시		교량				
10	01	1	4	0.180	5.009	5.009	전남	광주	목포시		교량				
11	01	1	5	0.341	5.350	5.350	전남	광주	목포시		교량				
12	01	1	5	0.000	5.350	5.350	전남	광주	목포시		교량				
13	01	1	5	0.293	5.643	5.643	전남	광주	목포시		교량				
14	01	1	5	0.000	5.643	5.643	전남	광주	목포시		교량				
15	01	1	5	0.165	5.808	5.808	전남	광주	목포시		교량				
16	01	1	5	0.000	5.808	5.808	전남	광주	목포시		교량				
17	01	1	5	0.171	5.979	5.979	전남	광주	목포시		교량				
18	01	1	5	0.000	5.979	5.979	전남	광주	목포시		교량				
19	01	1	5	0.030	6.009	6.009	전남	광주	목포시		교량				
20	01	1	6	0.121	6.130	6.130	전남	광주	목포시		교량				
21	01	1	6	0.000	6.130	6.130	전남	광주	목포시		교량				
22	01	1	6	0.163	6.293	6.293	전남	광주	목포시		교량				

선택구간의 속성정보

선택구간: 1.150 Km [시점] 목포대교 [종점] (정호로교하대교)

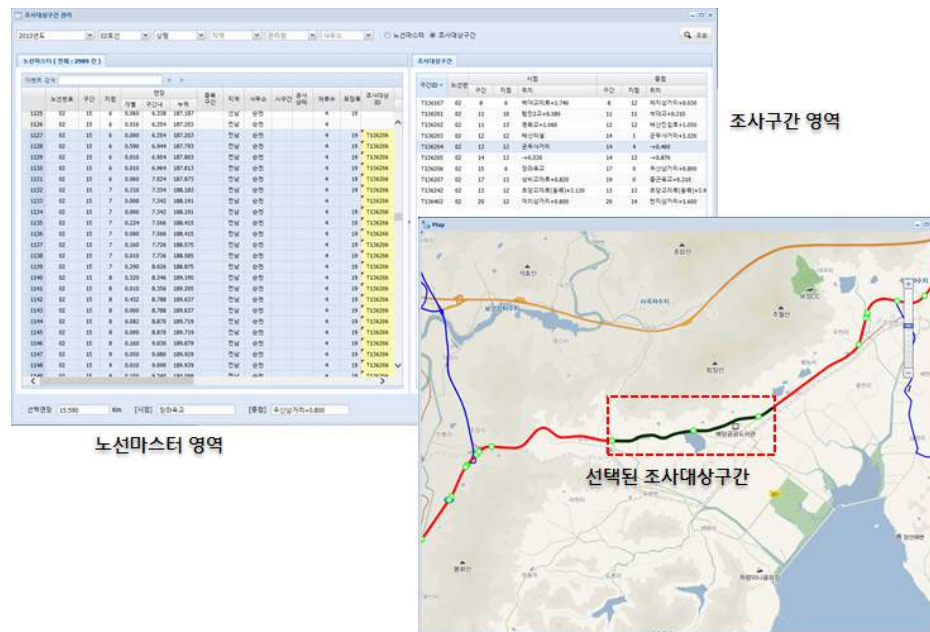
〈그림 1.8〉 일반국도 노선현황(리스트)

2.3.2 일반국도 조사구간 관리

일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)에서는 일반국도 포장상태 조사를 위해 조사요청구간, 조사대상구간(1차조사), 상세조사구간(2차조사)을 관리한다. 각 조사구간의 의미는 다음과 같다.

- 조사요청구간 : 국토관리사무소에서 매년 관한 일반국도 구간에 대한 포장상태 조사를 요청하는 구간
- 조사대상구간 : 조사요청구간을 포함하여 조사대상구간 선정 조건에 의해 선정된 구간으로 연간 약 4,000km 정도가 선정되며 PES1,2 등의 조사장비를 사용하여 조사
- 상세조사구간 : 조사대상구간 조사 결과 정밀조사가 필요한 것으로 분석된 구간으로 매년 약 1,800Km 정도가 선정되며 HWD, GPR을 통해 정밀조사를 수행

조사대상구간 관리를 예로 들면 〈그림 1.9〉와 같다. 노선현황을 바탕으로 선정된 조사구간은 해당 조사구간 관리 기능을 통해 관리되고, 각 조사구간은 〈그림 1.9〉와 같이 포장상태 조사장비에 장착된 위성항법장치(GPS)로부터 수신된 경·위도 정보를 통해 일반국도 공간정보 (GIS)와 연결된다.



〈그림 1.9〉 일반국도 조사구간 관리

〈그림 1.10〉은 포장상태 조사장비 중 PES1,2에서 생성된 조사 자료로 붉은색 사각형으로 표시된 부분이 PES1,2에 장착된 위성항법장치(GPS)로부터 수신된 경·위도 좌표이다.

거리 [m]	도로현황	도로포장준소성변형	중단평탄성		기하구조			중단경사	곡선반경	조사속도	위도	경도	조사시각
	이미지명[이미지명]	직선차[mrL1]	R1[m/km]	R1[m/km]	최대[m/kn]	평균[m/kn]	편경사[%]	중단경사[%]	곡선반경[속도[km/h]]	속도[km/h]			
10	0102_S000	26.1	10.01413	8.35069	10.01413	9.18241	14.42	0	0	47	37.86484	126.7886	
20	0102_S000	29.9	4.21228	5.15084	5.15084	4.68156	14.49	-1.53	1000	47	37.86475	126.7886	
30	0102_V00C0102_S000	20.9	2.86032	3.50395	3.50395	3.18213	14.29	-1.65	1000	47	37.86466	126.7886	11:25:42
40	0102_V00C0102_S000	23.9	5.59946	6.36435	6.36435	5.98191	16.09	-1.79	1000	47	37.86457	126.7886	11:25:43
50	0102_V00C0102_S000	14.8	3.41737	6.9799	6.9799	5.19864	15.49	-0.52	1000	46	37.86448	126.7886	11:25:44
60	0102_V00C0102_S000	33.1	10.15878	13.07212	13.07212	11.61545	15.85	-2.28	1000	46	37.8644	126.7886	11:25:44
70	0102_V00C0102_S000	42.7	5.81541	10.96732	10.96732	8.39136	15.4	-2.95	1000	46	37.8643	126.7886	11:25:45
80	0102_V00C0102_S000	26.9	3.15404	3.626	3.626	3.39002	15.5	-3.73	1000	46	37.86422	126.7886	11:25:46
90	0102_V00C0102_S000	21.6	5.38692	6.69356	6.69356	6.04024	18.21	-2.29	1000	46	37.86412	126.7886	11:25:47
100	0102_V00C0102_S000	20.8	5.80594	14.12793	14.12793	9.96694	18.22	-1.93	1000	47	37.86404	126.7887	11:25:48
110	0102_V00C0102_S000	17	3.40555	6.54634	6.54634	4.97595	16.59	-0.88	1000	48	37.86395	126.7887	11:25:48
120	0102_V00C0102_S000	15.5	2.73353	4.9183	4.9183	3.82591	15.76	-2.09	979.51	48	37.86385	126.7887	11:25:49
130	0102_V00C0102_S000	16.4	2.34908	1.70284	2.34908	2.02596	14.91	-3	1000	48	37.86377	126.7887	11:25:50
140	0102_V00C0102_S000	15	2.33055	7.54571	7.54571	4.93813	15.36	-2.59	1000	48	37.86367	126.7887	11:25:51
150	0102_V00C0102_S000	19.6	1.75554	6.76819	6.76819	4.26186	15.63	-2.07	1000	48	37.86358	126.7887	11:25:51
160	0102_V00C0102_S000	13.1	3.88434	6.06258	6.06258	4.97346	15.19	-2.58	1000	49	37.86349	126.7887	11:25:52
170	0102_V00C0102_S000	20.5	6.84178	6.26591	6.84178	6.55385	15.38	-2.77	1000	43	37.8634	126.7887	11:25:53
180	0102_V00C0102_S000	30.6	5.74871	4.39776	5.74871	5.07324	17.63	-2.52	1000	42	37.86331	126.7888	11:25:54
190	0102_V00C0102_S000	13.3	5.04103	5.66694	5.66694	5.35399	15.81	-1.04	1000	47	37.86322	126.7888	11:25:54

GPS 좌표

〈그림 1.10〉 일반국도 포장상태 조사장비에서 취득된 GPS 좌표

2.3.3 일반국도 포장상태 조사자료 관리

일반국도 포장상태 조사는 각 조사구간 자료와 연결되어 관리되며 조사장비의 특성에 따라 자료 관리 기능이 분류되어 있다. 〈그림 1.11〉은 일반국도 포장상태 조사자료 중 ARAN을 통해 조사된 자료를 관리하는 기능이다. ARAN은 포장손상 사진의 촬영, 센서에서 취득된 소성변형(Rutting), 중단평탄성(IRI) 상태를 조사한다. 포장상태 조사 실시 여부는 ‘조사자료 등록여부’ 항목을 통해 관리된다.

조사대상구간											
조사ID	노선	시점			종점			연장(Km)		비고	조사자료 등록여부
		구간	지점	위치	구간	지점	위치	차선수	기본		
T111101	05	33	4	봉계교	34	0	일반지방도333분기	4	10.940	21.880	Y A A
T1111A1	05	34	0	대장교+0.252	35	4	중계교	4	10.940	21.880	Y A A
T111102	03	35	15	동원대앞삼거리+1.960	35	17	구암교+0.960	4	2.288	4.576	Y A A
T1111A2	03	35	17	구암교+0.966	35	15	근원교	4	2.288	4.576	Y A A

[ARAN 조사장비로 포장상태를 조사한 구간]

소성변형, 중단평탄성 분석 결과				소성변형 조사 자료				중단평탄성 조사 자료			
VEZROAD	VEZROAD 500m	ARAN Rutting	ARAN IRI	VEZROAD	VEZROAD 500m	ARAN Rutting	ARAN IRI	VEZROAD	VEZROAD 500m	ARAN Rutting	ARAN IRI
PR_START	PR_END	VA	동일차선	CHANNAGE	LEFT RUTTING(mm)	RIGHT RUTTING(mm)	RUTTING(mm)	RECENT	RECENT	RECENT	RECENT
6.000	6.500	1		0.000	3.00	4.00	4.00	0.000	3.00	3.15	0.20
6.500	7.000	3		0.010	6.00	5.00	5.00	11.05	7.77	13.00	54.70
7.000	7.500	3		0.020	5.00	7.00	7.00	6.78	7.06	7.06	54.10
7.500	8.000	3		0.030	7.00	7.00	7.00	2.18	2.18	2.18	54.30
8.000	8.500	3		0.040	5.00	4.00	4.00	5.28	2.87	5.28	54.90
8.500	9.000	3		0.050	7.00	5.00	5.00	2.00	2.47	2.47	55.90
9.000	9.500	3		0.060	6.00	4.00	4.00	3.16	1.02	3.16	56.80
9.500	10.000	3		0.070	6.00	4.00	4.00	2.40	1.89	2.40	57.40
10.000	10.500	3		0.080	7.00	3.00	3.00	2.40	3.21	3.21	57.90
10.500	11.000	3		0.090	6.00	4.00	4.00	1.51	1.83	1.83	58.00
11.000	11.500	3		0.100	8.00	5.00	5.00	2.31	1.75	2.31	58.30
11.500	12.000	1		0.110	8.00	4.00	4.00	2.28	2.38	2.38	58.70
12.000	12.500	1		0.120	8.00	5.00	5.00	2.17	2.22	2.22	59.20
12.500	13.000	1		0.130	8.00	6.00	6.00	2.42	2.57	2.57	59.80
13.000	13.500	1		0.140	6.00	6.00	6.00	2.88	2.88	2.88	59.90
13.500	14.000	1		0.150	8.00	3.00	3.00	2.11	1.75	2.11	59.90
14.000	14.500	1		0.160	2.00	3.00	3.00	2.44	3.93	3.93	59.90
14.500	15.000	1		0.170	7.00	4.00	4.00	5.61	5.76	5.76	59.90
15.000	15.500	1		0.180	5.00	10.00	10.00	5.67	5.81	5.81	59.20

[소성변형, 중단평탄성 분석 결과]

[소성변형 조사 자료]

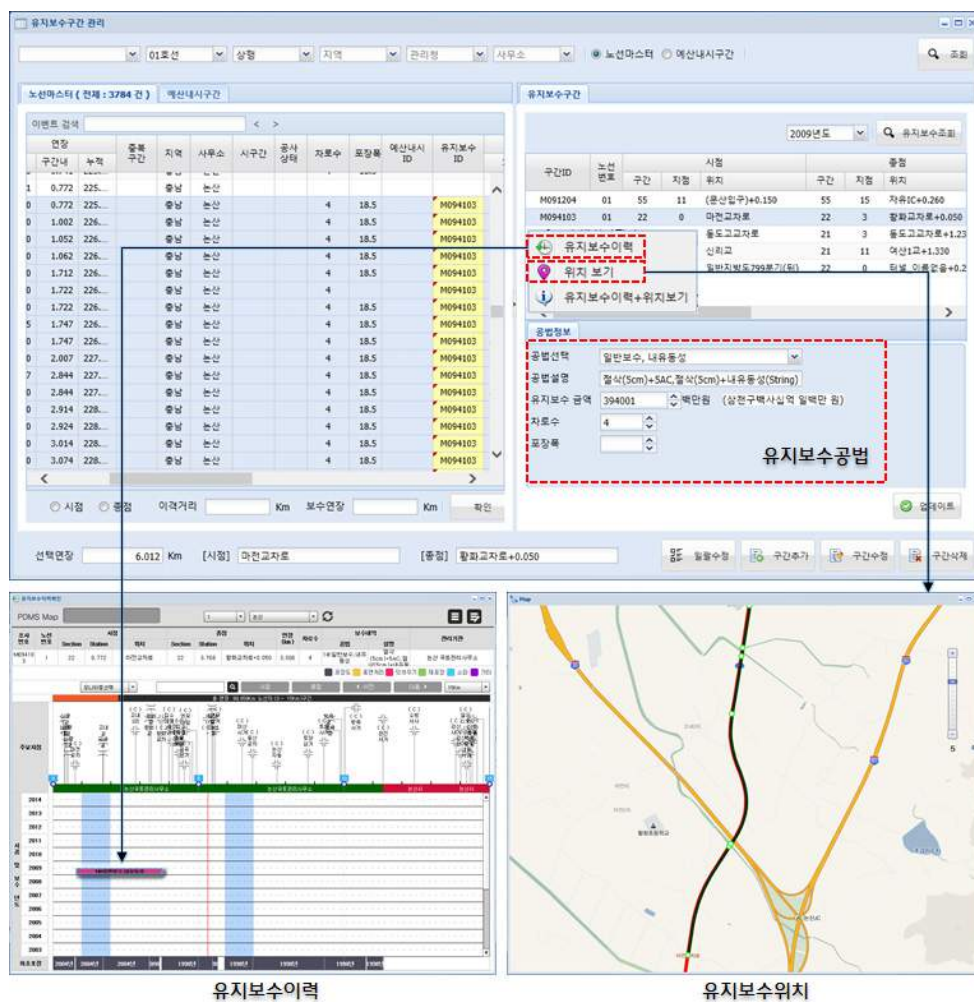
[중단평탄성 조사 자료]

〈그림 1.11〉 일반국도 포장상태 조사 자료 관리(ARAN)

2.3.4 일반국도 유지보수 실적 관리

일반국도의 노선현황 관리, 포장상태 조사구간 관리, 포장상태 분석 등의 작업이 완료되면 일반국도의 포장성능 개선을 위한 유지보수를 실시하게 된다. 각 국토관리사무소에서 유지보수가 실시되면 해당 유지보수 실적을 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)에 입력해야 한다. 유지보수 실적 관리를 위해서는 다음과 같은 정보가 입력되며 <그림 1.12>와 같이 유지보수 실적의 실시간 확인이 가능하다.

- 일반국도 노선현황을 바탕으로 한 유지보수 구간의 지정
- 유지보수 구간 별 보수공법 및 비용 정보
- 유지보수로 인해 차로수, 포장폭, 포장구조가 변경되었을 경우 해당 정보 입력



<그림 1.12> 일반국도 유지보수 실적 관리

입력된 유지보수 실적은 유지보수 이력 화면을 통해 노선별 유지보수 이력 정보를 확인할 수 있으며, 공간정보(GIS)와 연동되어 보수구간의 지리적 정보가 지도상에 표출된다. 유지보수 이력 및 공간정보 확인을 통해 일반국도의 노선현황 및 포장현황 등 포장자료 관리 사이클에 해당하는 정보를 직관적으로 확인할 수 있다.

2.3.5 전국 일반국도 포장상태 조사 자료 관리

일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)에서는 전국 일반국도의 포장상태 조사자료 관리 기능을 제공한다. 전국 일반국도 포장상태 조사는 일반국도 노선별로 5km당 1km의 포장상태를 조사하여 일반국도 전 노선의 대표 포장상태를 관리하는 업무이다. 전국 일반국도 포장상태 조사의 관리 자료는 다음과 같다.

- 전국 일반국도 포장상태 조사 구간 관리(노선별 순번의 형태)
- 포장상태 조사자료 관리(PES1을 사용하여 조사)
- 포장지수 산출 정보(MCI, PCI, HPCI, UPCI, NHPCI)

전국 일반국도 포장상태 조사 자료는 <그림 1.13>과 같이 조사 지점을 일반국도 공간정보(GIS)와 연계하여 관리한다. 조사지점별 포장상태 및 기타 현황 정보는 조사지점 번호로 분류하여 관리한다. 지도에서 조사구간을 선택하면 포장상태 및 기타 현황 정보를 확인할 수 있다.



<그림 1.13> 전국 일반국도 포장상태 조사 자료 관리



부록 2

1. 부록 A, B, C
2. 일반국도 PDMS 사용자 매뉴얼

1. 부록 A, B, C

1.1

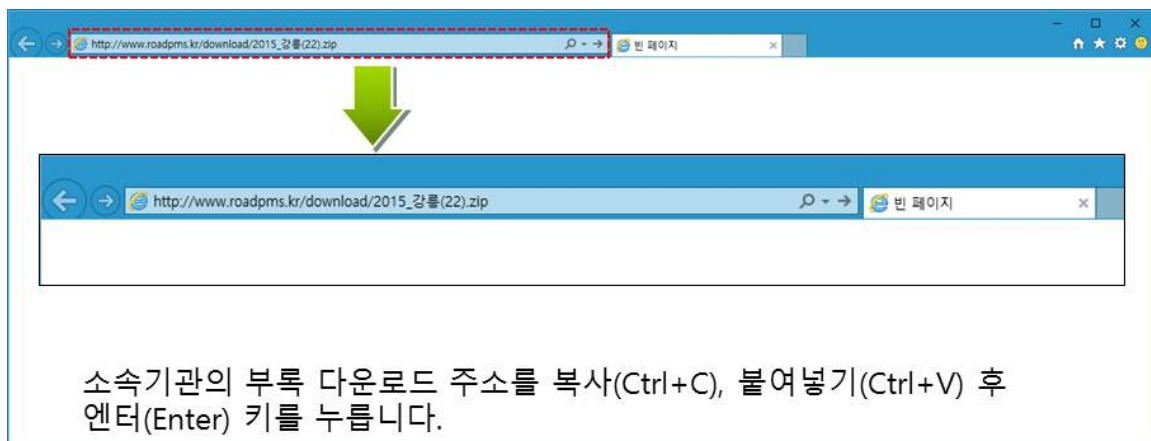
부록 A(도로대장)

1.1.1 부록A(도로대장) 다운로드 경로

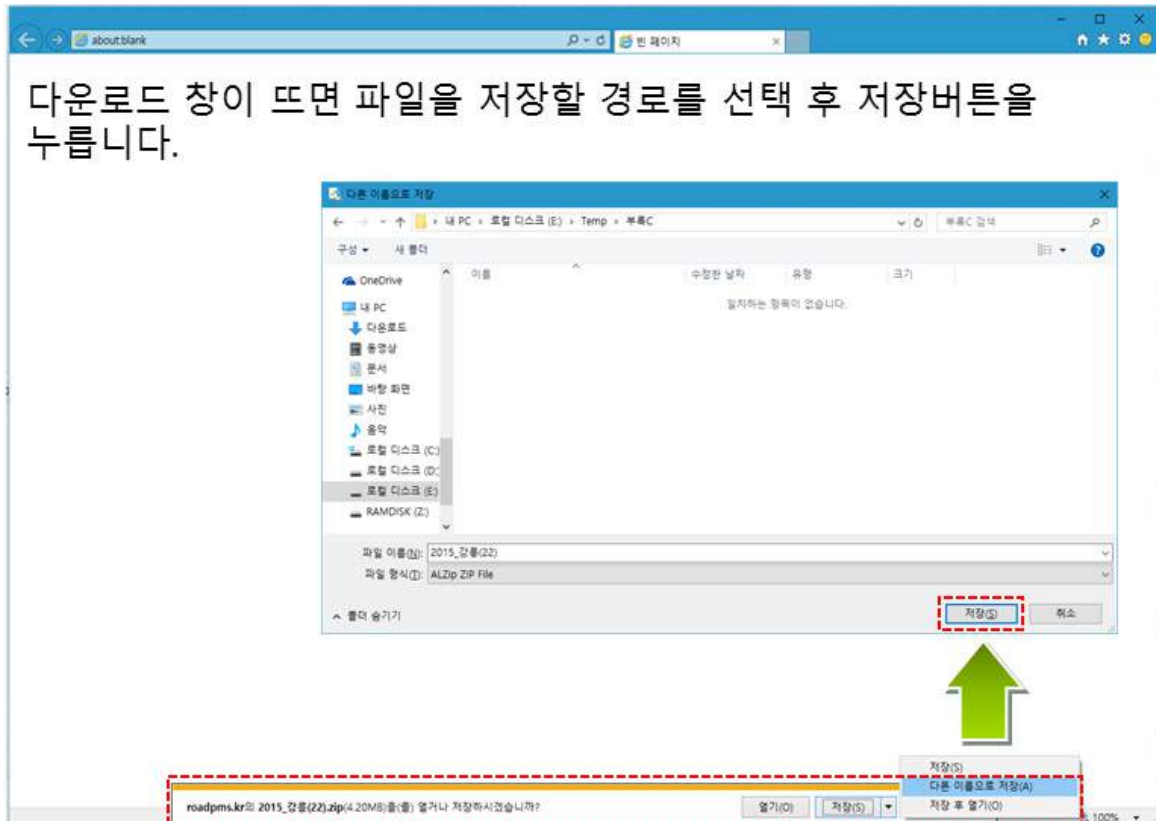
- 공통 : <http://www.roadpms.kr/download/도로대장.zip>

1.1.2 부록 다운로드 방법

- 인터넷 익스플로러를 실행시킵니다.
- 인터넷 익스플로러 주소입력창에 소속기관에 해당하는 부록 다운로드 경로를 복사 후 엔터 키를 누릅니다.



- 다운로드 창이 뜨면 파일을 저장할 경로를 선택 후 저장버튼을 눌러 파일을 저장합니다.



- 다운로드 받은 파일의 압축을 풀어 pdf 파일을 확인합니다.

이름	수정된 날짜	유형	크기
2015_강릉(22)	2016-01-20 오후...	ALZip ZIP File	4,308KB
강릉(22)	2015-02-24 오후...	Adobe Acrobat D...	4,329KB

1.2

부록 B(상세구간 유지보수대장)

1.2.1 부록B(상세구간 유지보수대장) 확인 경로

- 일반국도포장자료관리시스템(PDMS) URL : <http://www.roadpms.kr/pms>

1.2.2 부록B 확인 방법

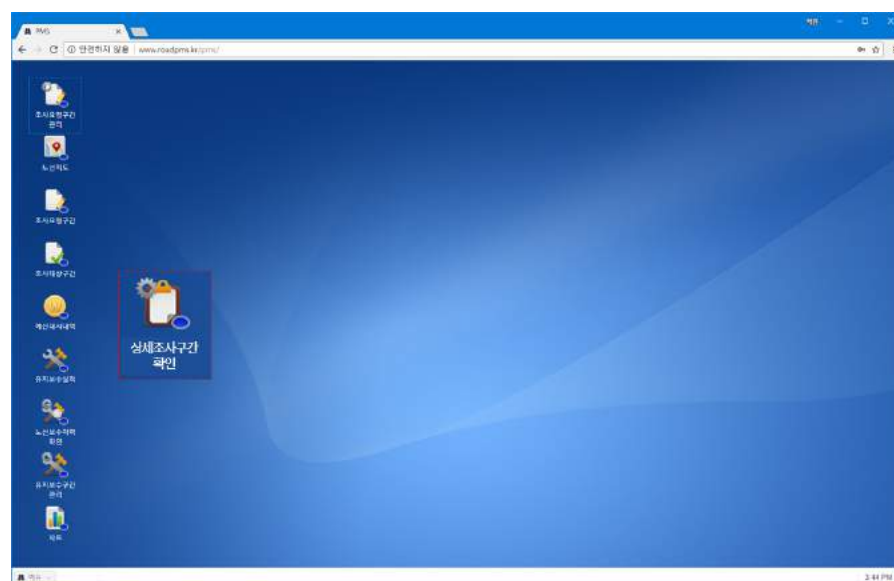
(1) 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS) 로그인

- PDMS 사용자 ID와 비밀번호를 입력하여 시스템에 로그인



(2) 상세조사구간 확인 메뉴 선택

- 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS) 바탕화면의 '상세조사구간 확인' 메뉴 선택



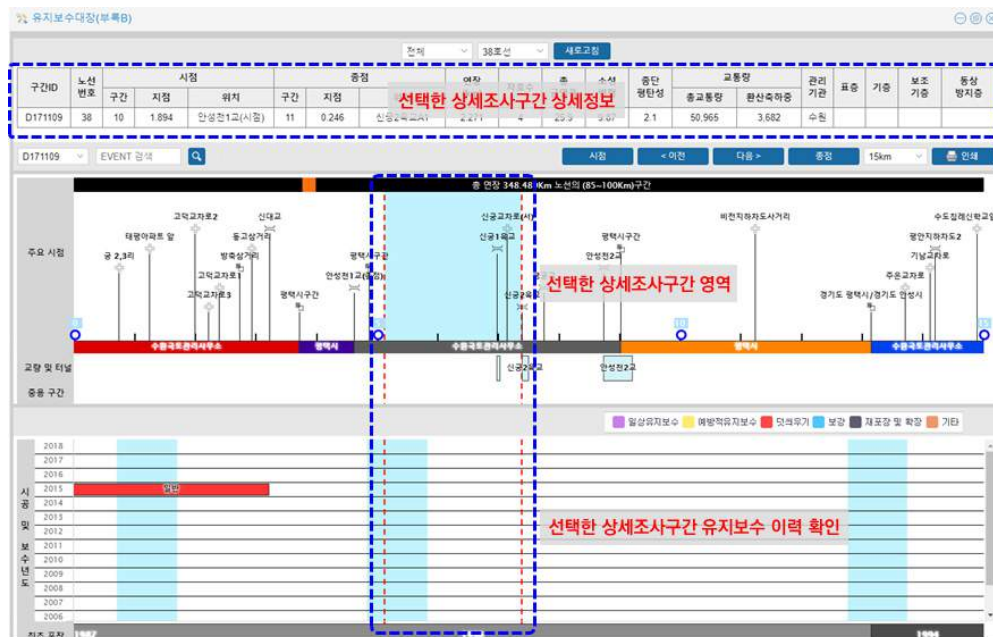
(3) 상세조사구간 조회

- 번호 순서대로 조회 조건 선택, 상세조사구간 조회, 유지보수대장(부록B) 생성 기능 수행

[illegible]

(4) 유지보수대장(부록B) 확인

- 생성된 유지보수대장(부록B) 확인



1.3
부록 C(상세구간 노선상황표)
1.3.1 부록C(상세구간 노선상황표) 다운로드 경로

국토관리사무소 (도로관리사업소)	다운로드 경로
수원	http://www.roadpms.kr/download/2017_수원_부록C.pdf
의정부	http://www.roadpms.kr/download/2017_의정부_부록C.pdf
경기	http://www.roadpms.kr/download/2017_경기_부록C.pdf
홍천	http://www.roadpms.kr/download/2017_홍천_부록C.pdf
강릉	http://www.roadpms.kr/download/2017_강릉_부록C.pdf
정선	http://www.roadpms.kr/download/2017_정선_부록C.pdf
강원	http://www.roadpms.kr/download/2017_강원_부록C.pdf
충주	http://www.roadpms.kr/download/2017_충주_부록C.pdf
보은	http://www.roadpms.kr/download/2017_보은_부록C.pdf
충북	http://www.roadpms.kr/download/2017_충북_부록C.pdf
논산	http://www.roadpms.kr/download/2017_논산_부록C.pdf
예산	http://www.roadpms.kr/download/2017_예산_부록C.pdf
충남	http://www.roadpms.kr/download/2017_충남_부록C.pdf
전주	http://www.roadpms.kr/download/2017_전주_부록C.pdf
남원	http://www.roadpms.kr/download/2017_남원_부록C.pdf
전북	http://www.roadpms.kr/download/2017_전북_부록C.pdf
광주	http://www.roadpms.kr/download/2017_광주_부록C.pdf
순천	http://www.roadpms.kr/download/2017_순천_부록C.pdf
전남	http://www.roadpms.kr/download/2017_전남_부록C.pdf
대구	http://www.roadpms.kr/download/2017_대구_부록C.pdf
포항	http://www.roadpms.kr/download/2017_포항_부록C.pdf
영주	http://www.roadpms.kr/download/2017_영주_부록C.pdf
경북	http://www.roadpms.kr/download/2017_경북_부록C.pdf
진주	http://www.roadpms.kr/download/2017_진주_부록C.pdf
진영	http://www.roadpms.kr/download/2017_진영_부록C.pdf
경남	http://www.roadpms.kr/download/2017_경남_부록C.pdf

2. 일반국도 PDMS 사용자 매뉴얼

2.1

시스템 개요

2.1.1 기본개요



① 배경 및 필요성

- 교통량 증가로 인한 포장 파손 가속화
- 이상기온으로 인한 포장 파손의 불규칙성 증가
- 도로 포장 자료 통합 관리 시스템의 부재

② 기본개념

- 일반국도 PMS 웹 서비스를 이용한 노선현황, 조사요청구간, 조사대상구간, 예산내시내역, 유지보수실적, 모니터링, 유지보수이력 등을 통합관리

2.1.2 기능정의

- ① 조사요청 구간
 - 일반국도 노선별 조사요청 구간 관리
 - 조사요청 사유와 세부설명
- ② 조사대상 구간
 - 일반국도 노선별 조사대상(1차 조사) 구간 관리
- ③ 상세조사 구간
 - 일반국도 노선별 상세조사(2차 조사) 구간 관리
- ④ 예산내시내역
 - 일반국도 노선별 예산내시내역 구간 정보
- ⑤ 유지보수실적
 - 일반국도 노선별 유지보수 구간 정보
 - 유지보수 공법 및 공법에 대한 세부설명
 - 유지보수 비용
- ⑥ 모니터링
 - 전국 일반국도 모니터링 조사 구간(1Km/5Km) 관리 (노선별 순번의 형태)
 - 모니터링 조사자료 관리(PES를 사용하여 조사)
 - 포장지수 산출 정보(MCI, PCI , HPCI, UPCI, NHPCI)
- ⑦ 노선지도
 - 일반국도 공간정보(GIS)를 바탕으로 노선별 선형과 속성정보를 관리
 - 일반국도 공간정보(GIS) : 전국 51개 일반국도 노선에 대해 노선번호, 도로 선형, 분기점, 교량 및 터널의 시·종점, 행정구역, 관리기관 정보를 관리
 - 일반국도 공간정보(GIS)를 편집 및 속성정보 등을 관리

2.2

이용 매뉴얼

2.2.1 회원가입

(1) 신규 아이디(ID) 신청

The screenshot shows the '회원가입' (Sign Up) form. It has the following fields and options:

- 아이디 (ID):** Input field with a '중복확인' (Check duplicate) button.
- 비밀번호 (Password):** Input field.
- 비밀번호 확인 (Confirm Password):** Input field.
- 사용자명 (Username):** Input field with placeholder '사용자 이름'.
- 직장(부서명) (Company/Department):** Dropdown menu with '도로관리청을 선택하세요' (Select road management agency) and a '부서명' (Department name) input field.
- 전화 (Phone):** Input field with placeholder '예) 02-xxxx-xxxx'.
- E-mail:** Input field with placeholder '예) test@test.com'.

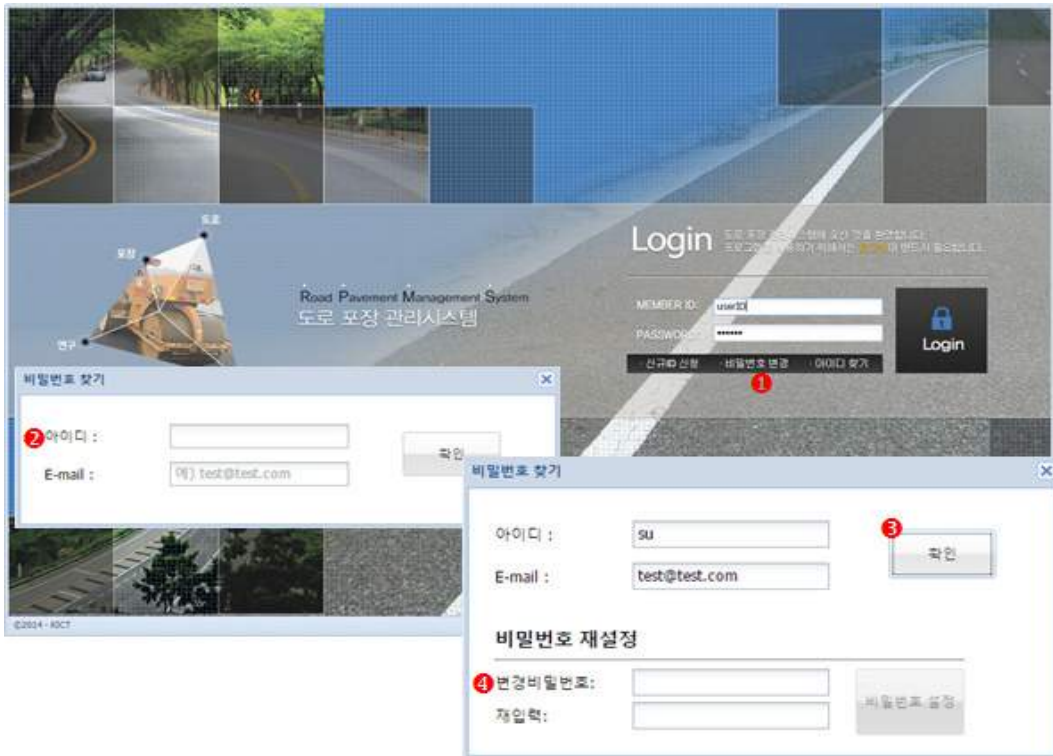
The dropdown menu for '직장(부서명)' shows the following options:

- KICT
- 국토교통부
- 서울지방국토관리청
- 원주지방국토관리청
- 대전지방국토관리청
- 익산지방국토관리청
- 부산지방국토관리청
- 제주지방국토관리청
- 민자고속도로투자회사

- ① 초기 로그인 화면에서 신규 아이디(ID) 신청을 클릭하면 회원가입 화면이 뜹니다.
- ② 아이디를 입력 후 중복확인을 합니다. 중복확인을 누르지 않으면 가입버튼이 활성화되지 않습니다.
- ③ 비밀번호를 입력 후 비밀번호 확인란에 동일한 비밀번호를 한 번 더 입력합니다. 입력한 비밀번호가 다를 경우 가입 버튼이 활성화되지 않습니다.
- ④ 사용자명을 입력합니다. 관리자 승인 후 로그인 가능하기 때문에 사용자명은 실명을 입력해야 정상적인 승인처리가 가능합니다.
- ⑤ 직장명에 사용자가 소속된 지방국토관리청 또는 국토관리사무소를 선택합니다.
- ⑥ 콤보박스를 눌렀을 때 보이는 지방국토관리청 목록입니다. +버튼을 누르면 국토관리사무소 목록이 나타납니다.
- ⑦ 유선 연락처를 입력합니다. 입력할 때 대시(-)를 입력하도록 합니다.
- ⑧ 이메일 주소를 입력합니다. 이메일 주소는 비밀번호 변경 시 확인 항목으로 정상적인 메일 주소를

입력하시고, 반드시 기억하고 있어야 비밀번호 변경이 온라인상으로 가능합니다.

(2) 비밀번호 변경



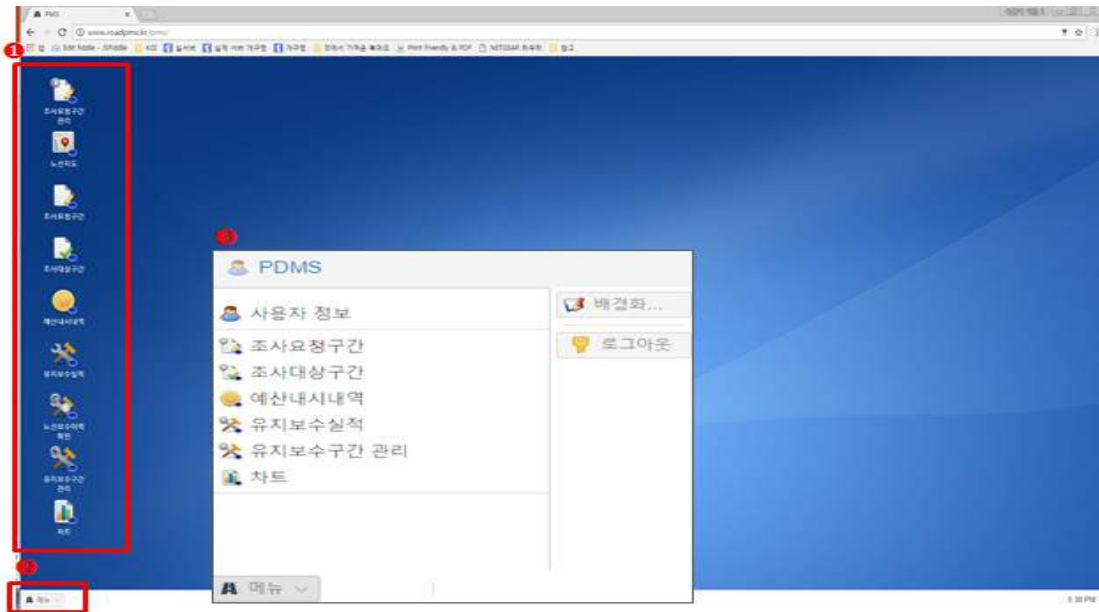
- ① 초기 로그인 화면에서 비밀번호 변경을 클릭하면 비밀번호 찾기 화면이 뜹니다.
- ② 아이디와 E-mail을 입력 후 확인 버튼을 클릭합니다.
 - 아이디와 E-mail이 일치하면 “요청하신 ID가 확인 되었습니다” 라는 메시지가 뜹니다.
 - 아이디와 E-mail이 일치하지 않으면 “요청하신 ID가 확인되지 않았습니다.” 라는 메시지가 뜹니다.
- ③ 확인 버튼을 클릭 후 아이디와 비밀번호가 일치하면 ④번 항목을 입력할 수 있도록 화면이 확장됩니다.
- ④ 변경하고자 하는 비밀번호를 변경 비밀번호, 재입력 항목에 입력하면 비밀번호 설정 버튼이 활성화 됩니다. 비밀번호 설정 버튼을 클릭하면 비밀번호가 변경됩니다.

(3) 아이디(ID) 찾기



- ① 초기 로그인 화면에서 아이디 찾기를 클릭하면 아이디 찾기 화면이 뜹니다.
- ② 사용자 이름과 메일 주소를 입력 후 확인 버튼을 클릭합니다.
- ③ ②에서 입력한 이름과 메일주소가 일치하면 아이디를 표시해 주고, 일치하지 않으면 “이름 또는 이메일 정보가 일치하지 않습니다.” 라는 메시지가 뜹니다.

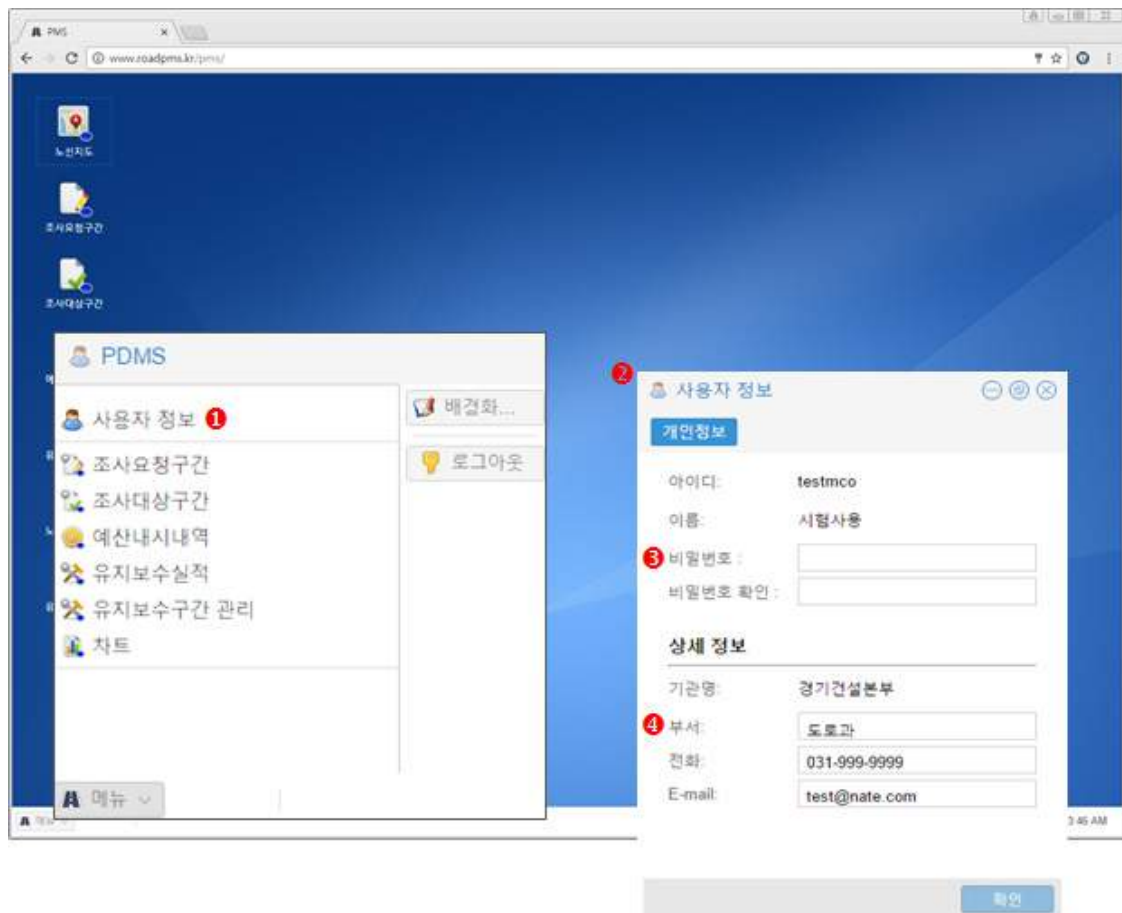
2.2.2 사용자 메뉴



- ① 로그인 후 초기 화면입니다. 화면상에 조사요청구간관리, 노선지도, 조사요청구간, 조사대상구간, 예산내시내역, 유지보수실적, 노선보수이력확인, 유지보수구간관리, 차트 아이콘이 보입니다.
- ② 화면 좌측 하단의 메뉴를 클릭하면 ③번의 메뉴가 뜹니다.
- ③ 바탕화면에 있는 메뉴가 기본적으로 보이며 사용자정보, 배경화면 설정 및 로그아웃 메뉴가 있습니다.

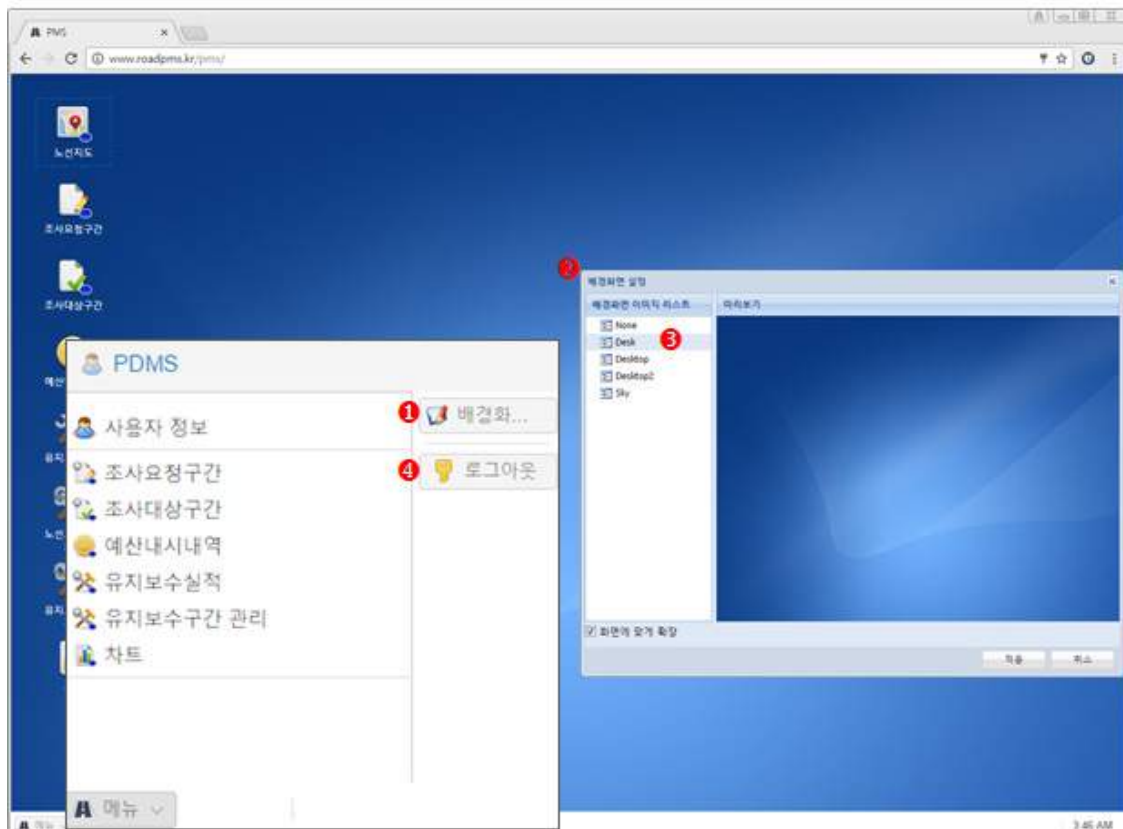
2.2.3 사용자 정보

(1) 사용자 정보



- ① 사용자 정보 메뉴를 선택하면 ② 번의 사용자정보 화면이 뜹니다.
- ② 개인정보를 수정할 수 있는 화면으로 비밀번호 변경이 가능하며, 아이디/이름/기관명을 제외한 개인정보를 수정할 수 있습니다. 이름이나 기관명 변경은 불가능하기 때문에 신규ID 신청 시 정확하게 입력해야 합니다.
- ③ 변경하고자 하는 비밀번호와 확인을 위해 동일하게 한 번 더 입력합니다.
- ④ 담당자 정보 수정 항목입니다.
 - 부서 : 소속 부서 정보를 입력합니다.
 - 전화 : 담당자의 연락처 정보를 입력합니다.
 - E-mail : 담당자의 E-mail 주소를 입력하며, 비밀번호 찾기 시 아이디와 함께 입력해야 하는 항목으로 반드시 기억하고 있어야 합니다.

(2) 배경화면 설정 및 로그아웃



- ① 배경화면 설정을 클릭하면 ②번의 배경화면 설정 화면이 뜹니다.
- ② 배경화면 설정화면에서 좌측에는 배경화면 테마목록, 우측에는 미리보기가 보입니다. 좌측 하단의 “화면에 맞게 확장”은 이미지의 크기를 브라우저 크기에 맞춰주는 옵션입니다.
- ③ 배경화면 테마목록이며, 목록은 선택만 가능하고 수정은 불가능합니다.
- ④ 로그아웃을 클릭하면 초기 로그인 화면으로 돌아갑니다.

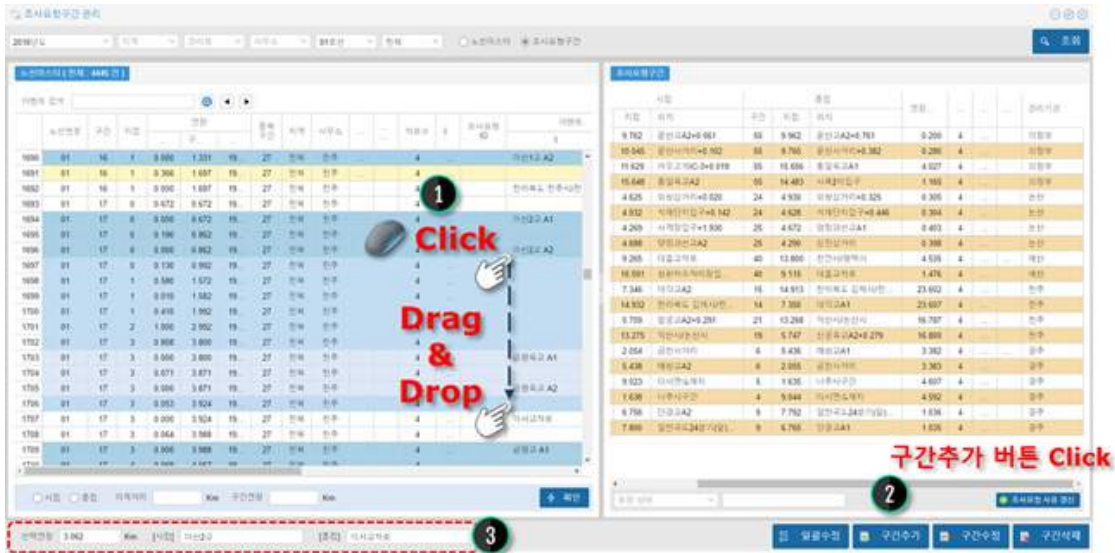
2.2.4 구간 관리

(1) 구간 선정



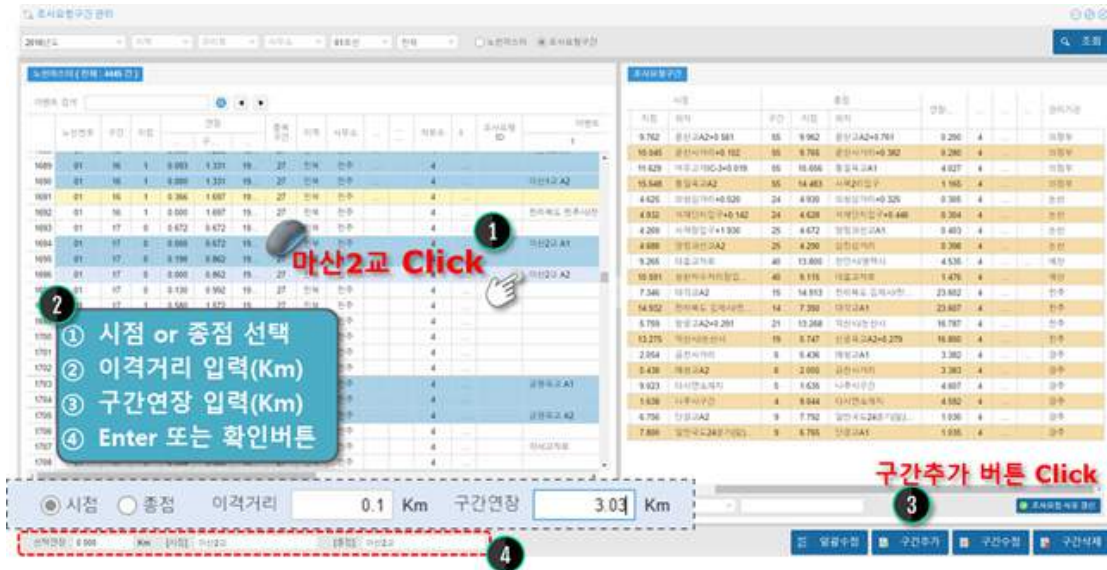
일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)에서 조사요청구간, 유지보수구간 등을 선정하는 기능은 모두 위 그림과 같은 구조로 구성되어 있다.

- ① 일반국도의 노선현황을 리스트 형태로 제공하는 영역이다. 일반국도 포장자료관리 시스템(PDMS)에서는 노선마스터 라고 명명하고 있다.
- ② 일반국도 노선마스터를 바탕으로 선정된 구간 목록을 제공하는 영역이다. 일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)에는 다음과 같은 구간이 있다.
 - 조사요청구간, 조사대상구간, 상세조사구간, 예산내시구간, 유지보수구간
- ③ 노선마스터 영역과 선정된 구간영역의 조회 조건을 선택하는 영역이다.
 - 노선마스터 : 조사년도, 노선, 상하행, 조회구분(노선마스터 선택)을 선택 후 조회버튼
 - 선정된구간 : 조사년도, 노선, 상하행(전체 선택 가능), 조회구분(구간명칭) 선택 후 조회 버튼
- ④ 이격거리 방식으로 구간을 선택할 경우 기준점, 이격거리, 구간연장을 입력하는 영역
- ⑤ 노선마스터 영역에서 선택된 영역의 선택 연장, 시·종점의 근접한 이벤트로부터 이격거리 정보 표출 영역
- ⑥ 구간추가, 구간수정, 구간삭제 등 기능 버튼 영역
- ⑦ 조회조건에 선택된 항목으로 정보를 조회하는 기능 버튼



일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)에서 조사요청구간, 유지보수구간 등을 선정하는 방법 중의 하나로 노선마스터 영역을 마우스로 Drag & Drop 하여 Excel과 같이 블록을 선택하여 구간을 추가하는 방법이다.

- ① 추가하고자 하는 구간의 시점을 마우스로 클릭한 후 왼쪽 마우스 버튼을 누른 상태에서 종점까지 끌어서 구간을 선택한다.
 - 마이크로소프트 Excle에서 여러 Cell을 블록 선택하는 방법과 동일하다
 - 선택된 영역의 정보는 하단의 3번 영역에 표시된다(선택 연장, 시점 및 종점 정보)
- ② 2번 영역의 구간추가 버튼을 누르면 노선마스터 영역에 선택된 구간이 새로운 구간으로 추가된다.
 - 구간이 정상적으로 추가되면 구간리스트가 갱신되어 리스트에 자동으로 표출된다.
 - 추가된 구간정보의 배경색은 상행인 경우 흰색, 하행인 경우 сал구색으로 표출된다.

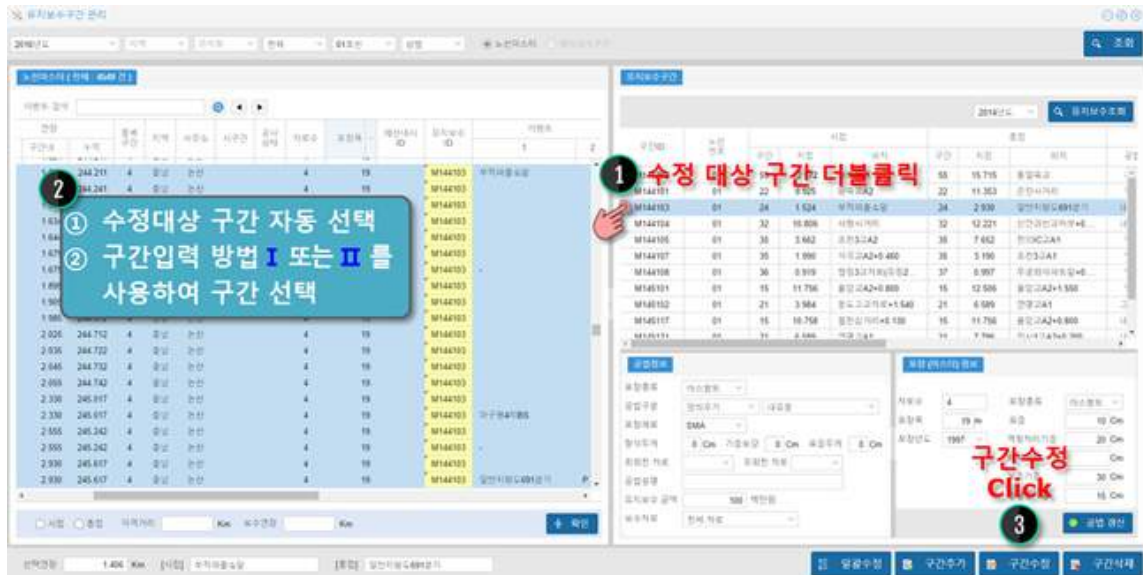


일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)에서 조사요청구간, 유지보수구간 등을 선정하는 방법 중의 하나로 노선마스터의 기준점을 선택하고 해당 기준 점의 시·종점 여부, 이격거리, 구간연장을 입력하여 구간을 선택하는 방법이다.

이격거리 방식의 구간선정 방법은 구간선정 방법1로 원하는 구간을 선정할 수 없을 때 사용한다.

- ① 구간의 시점 또는 종점이 될 기준점(이벤트가 있는 레코드)을 선택한다.
- ② 구간의 영역정보를 입력한다.
 - 기준점이 시점인지 종점인지 여부를 선택한다.
 - 구간 시점 또는 종점의 기준점으로부터 이격거리(Km단위)를 입력한다.
 - 구간의 연장(Km단위)을 입력한다.
 - 구간의 영역정보를 입력한 후 Enter Key를 누르거나 확인버튼을 클릭한다.
 - 입력된 정보를 바탕으로 노선마스터 영역의 해당 구간으로 자동으로 블록 선택한다.
- ③ 구간추가 버튼을 눌러 구간을 추가한다.
- ④ 선택된 구간의 연장과 시·종점의 영역 정보를 표출한다.

(2) 구간 수정



일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)에서 기 선정된 조사요청구간, 유지보수구간 등을 수정하는 기능이다. 본 기능은 기 선정된 구간을 노선마스터 영역으로 불러오는 방법만 다르며 노선마스터 영역에서 구간을 선택하는 기능은 구간선정 방법 1, 2와 동일하다.

2.4.1 정보제공 영역에서 설명한 방법으로 조회옵션을 조정하여 구간리스트를 조회한다.

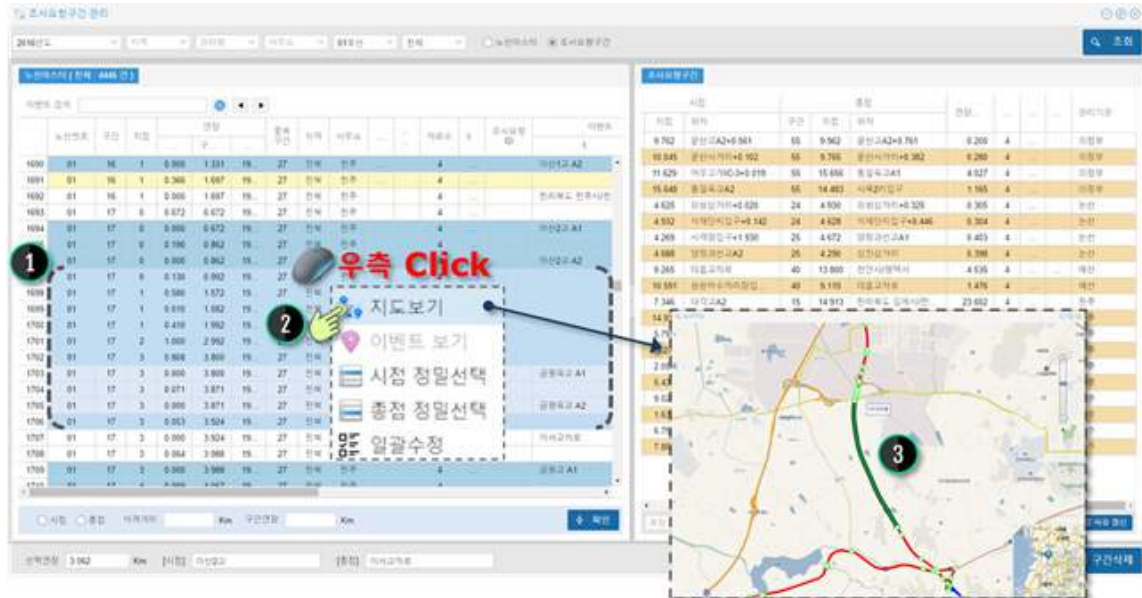
① 조회된 구간리스트에서 수정 대상 구간을 마우스로 더블클릭 한다.

② 노선마스터 영역에 선택된 구간의 일반국도 노선이 자동으로 조회되며, 선택된 구간의 ID가 자동으로 표시된다.

- 노선마스터 영역에 선택된 구간과 동일한 ID로 표시된 영역이 선택한 구간 영역이다.
- 노선마스터 영역에서 앞서(2.4.2, 2.4.3) 설명한 구간선정방법 1, 2를 사용하여 구간을 정보를 수정한다.

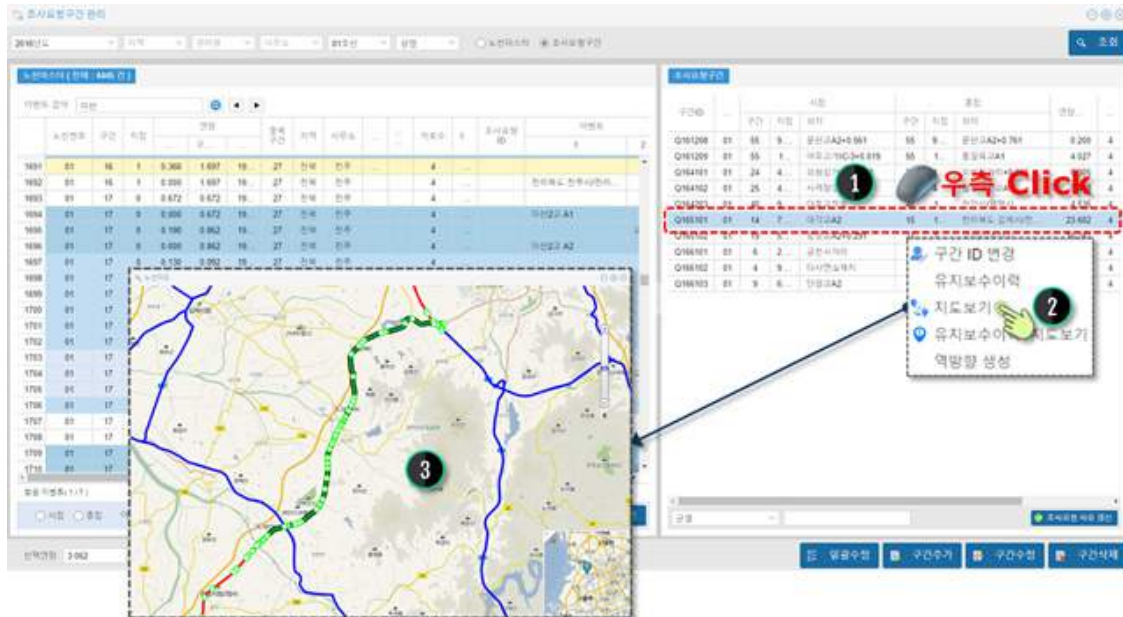
③ 구간수정 버튼을 눌러 변경된 구간 정보를 선택 구간에 반영한다.

(3) 구간 위치 확인



일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)에서는 노선마스터 선택 영역에 대한 지도상 위치 확인 기능을 제공한다.

- ① 노선마스터의 특정 영역을 블록선택한다.
- ② 선택된 영역에서 마우스 오른쪽 버튼을 클릭하여 팝업메뉴를 호출한다.
 - 팝업 메뉴 중 지도보기를 클릭한다.
- ③ 지도화면을 호출하여 노선마스터에서 블록으로 선택된 구간의 위치와 선택구간을 표출한다.
 - 지도상에 녹색으로 표시된 구간이 노선마스터에서 블록으로 선택된 영역이다.
 - 초록색 원으로 표시된 포인터는 노선마스터 영역의 이벤트를 표시한 것이다.



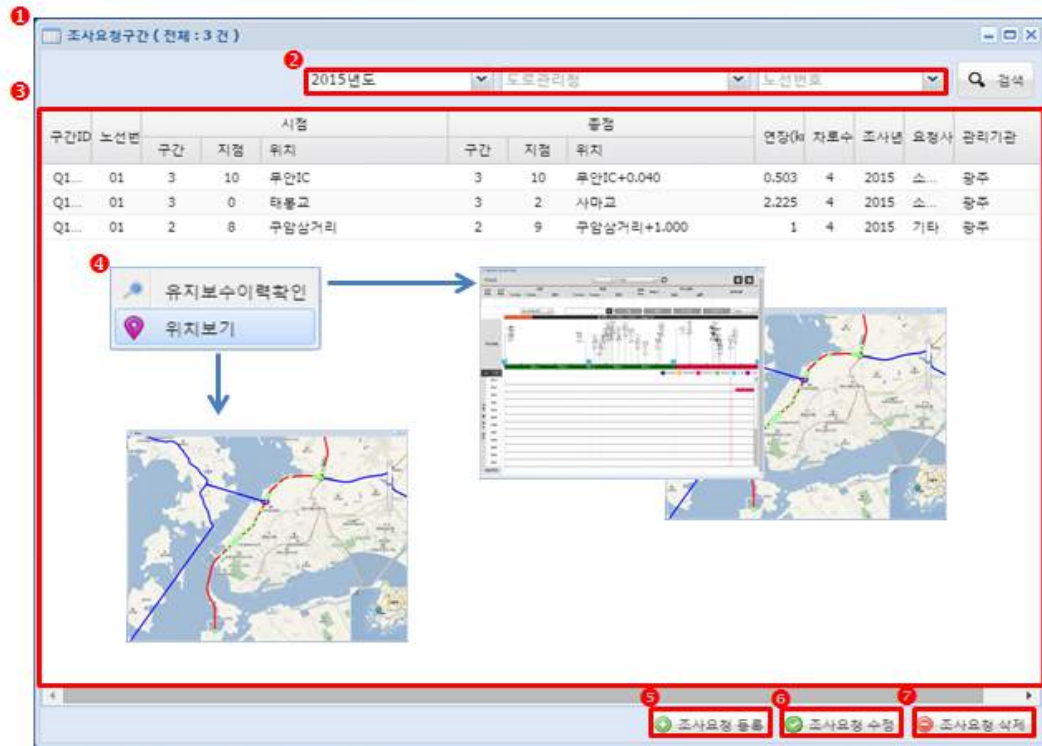
일반국도 포장자료관리시스템(PDMS)에서는 선정된 구간에 대한 지도상 위치 확인 기능을 제공한다.

2.4.1 정보제공 영역에서 설명한 방법으로 조회옵션을 조정하여 구간리스트를 조회한다

- ① 조회된 구간 리스트에서 하나의 구간을 선택 한 후 마우스 오른쪽 버튼을 클릭하여 팝업 메뉴를 호출한다.
- ② 팝업메뉴 중 지도보기 메뉴를 클릭한다.
- ③ 지도화면을 호출하여 선택된 구간의 위치와 선택구간을 표출한다.
 - 지도상에 녹색으로 표시된 구간이 노선마스터에서 블록으로 선택된 영역이다.
 - 초록색 원으로 표시된 포인터는 노선마스터 영역의 이벤트를 표시한 것이다.

2.2.5 구간 관리

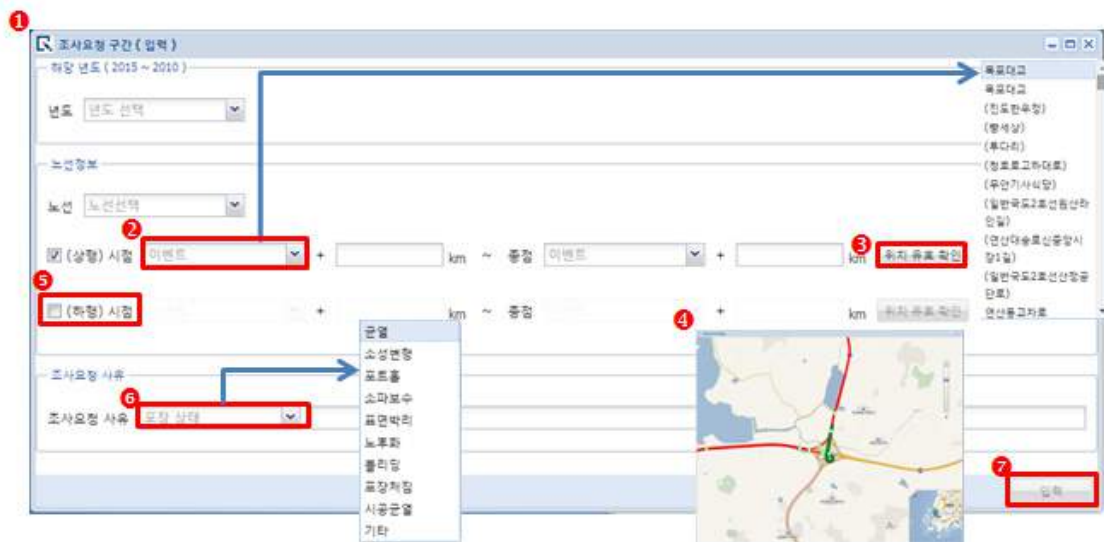
(1) 조사요청구간 관리



- ① 조사요청구간 관리 화면입니다. 조사요청구간 관리는 사용자가 조사요청구간의 등록/수정/삭제하고 조회 할 수 있도록 하는 기능입니다.
- ② 조사요청구간 검색 조건입니다. 년도는 조사요청구간이 등록된 전체 년도 리스트를 가지며 최신 년도가 자동적으로 선택되어집니다. 로그인 사용자가 지방국토관리청이라면 하위 국토관리사무소를 선택할 수 있으며 사용자가 국토관리사무소라면 해당 국토관리사무소만 선택할 수 있습니다. 노선번호는 해당 지방국토관리청이나 국토관리사무소가 관리하는 노선들만 선택이 가능합니다.
- ③ 검색조건에 따라 조회된 조사요청구간 리스트입니다.
- ④ 리스트를 선택한 상태에서 우측 마우스 버튼을 클릭하면 나타나는 메뉴들입니다.
 - 유지보수이력확인 : 선택된 구간의 유지보수이력 화면과 지도화면이 동시에 실행됩니다.
 - 유지보수이력 화면은 호선과 기관으로 검색된 주요지점과 관리기관, 연도별 유지보수실적, 최초포장 정보 등을 제공합니다. 해당 구간의 위치로 자동 이동됩니다.
 - 위치보기 : 해당 구간의 위치를 지도 상에 표출합니다.

- ⑤ 조사요청구간을 등록할 수 있는 화면을 호출합니다((3)조사요청구간 등록에서 설명).
- ⑥ 조사요청구간을 수정할 수 있는 화면을 호출합니다((4)조사요청구간 수정에서 설명).
- ⑦ 리스트에서 선택된 조사요청구간 1개소를 삭제합니다.

(2) 조사요청구간 등록



- ① 사용자가 조사요청 구간을 입력할 수 있는 화면입니다.
- ② 년도와 노선을 선택하면 해당 노선들의 이벤트 리스트들이 나타납니다. 시점과 종점의 이벤트를 선택하고 이벤트와의 이격거리를 입력합니다. 이격거리는 Km 단위로 입력합니다.
 - 이벤트란 교차로, 교량(시중점), 터널(시중점), 시구간, I.C 등을 말합니다.
- ③ " 위치 유효 확인 " 은 사용자가 선택한 구간이 유효한지를 검사하는 기능으로 유효한 경우 ④번의 지도화면에 구간을 표시해 줍니다. 아래 조건들은 위치 유효성 확인 시 유효하지 않은 조건들이며, 아래 해당사항이 있으면 관련 내용을 경고창으로 보여줍니다.
 - EVENT 교차 선택(시점과 종점 이벤트의 위치가 바뀜)
 - 연장 부족(시점+OFFSET, 구간연장을 입력한 경우: epos is null)–입력방식 결정된 후 최종 확정 필요
 - 국토관리사무소 중복선택
 - 시구간 선택
 - 기선정 포함
 - 포장종류 중복선택(아스팔트, 콘크리트)
 - 차로수 중복선택(차로 없는 구간은 Check 제외)
 - 포장구조 중복선택(포장구조 없는 구간은 Check 제외)–보류

· 중복 노선 선택

④ 하행을 선택하게 되면 상행과 동일한 방법(② , ③)으로 입력하면 됩니다.

· 이벤트 리스트는 상행 이벤트와 반대 정렬되어 나타납니다.

⑤ 조사요청 사유를 입력합니다. 요청사유는 정의된 포장상태를 콤보박스에서 선택하고 추가적인 내용은 우측 입력 항목에 입력 하면 됩니다.

⑥ “위치 유효 확인” 에서 예외 조건들이 없고, 조사요청 사유를 선택(입력)하면 입력버튼이 활성화 됩니다.

(3) 조사요청구간 수정

The top screenshot shows a table with columns for '구간번호' (Segment No.), '구간명' (Segment Name), '시점' (Start Point), '종점' (End Point), '구간길이' (Segment Length), '포장상태' (Paving Status), '조사요청' (Investigation Request), and '비고' (Remarks). A red box highlights the first row.

The bottom screenshot shows the '조사요청구간 수정' (Investigation Request Segment Modification) form. It includes fields for '연도' (Year), '노선' (Route), '시점' (Start Point), '종점' (End Point), '구간길이' (Segment Length), and '조사요청 사유' (Investigation Request Reason). A red box highlights the '위치 유효 확인' (Location Validity Confirmation) button, and another red box highlights the '수정' (Modify) button at the bottom right.

① 조사요청구간 관리에서 등록된 조사요청구간을 선택한 상태에서 조사요청수정 버튼을 누르면 조사요청구간 수정 화면이 호출됩니다.

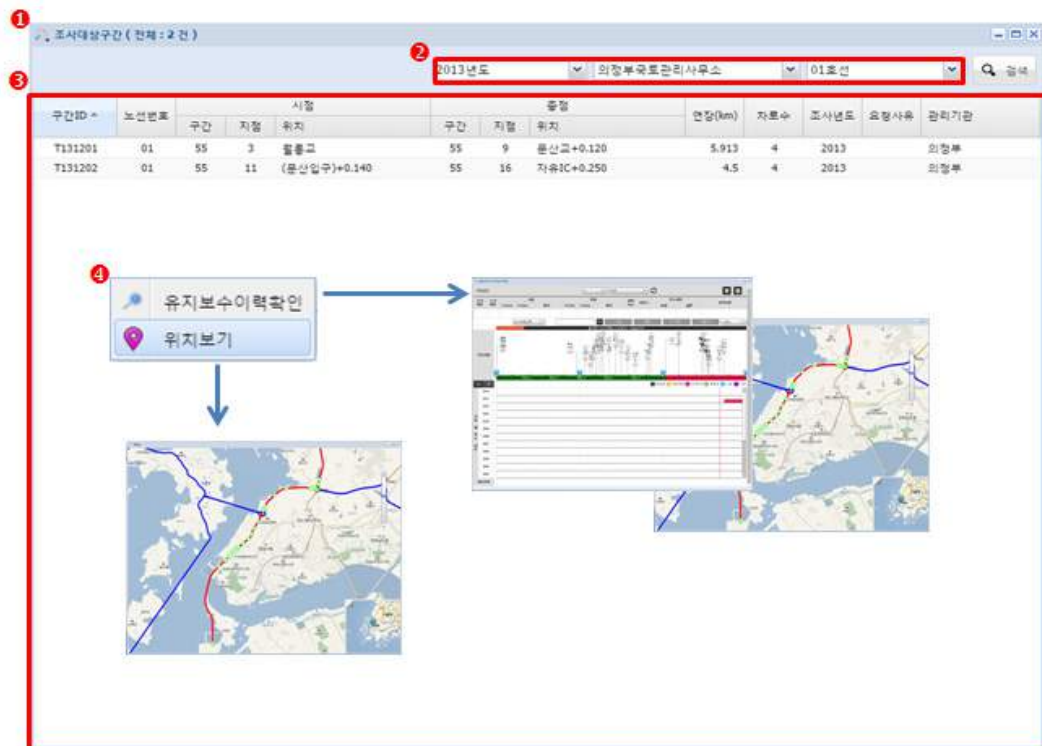
② 조사요청구간 수정은 선택한 조사요청구간의 시·종점, 요청사유 정보 등을 수정할 수 있는 기능입니다. 이미 등록된 조사요청구간 정보는 자동으로 조회됩니다.

③ 조사요청구간의 시·종점을 수정하는 경우 반드시 위치 유효 확인을 해야 합니다.

- ④ “위치 유효 확인” 에서 예외 조건들이 없고, 조사요청 사유가 선택(입력) 되었다면 수정 버튼이 활성화 됩니다. 수정버튼을 누르면 조사요청구간 정보가 수정됩니다.

2.2.6 조사대상구간

(1) 조사대상구간 관리



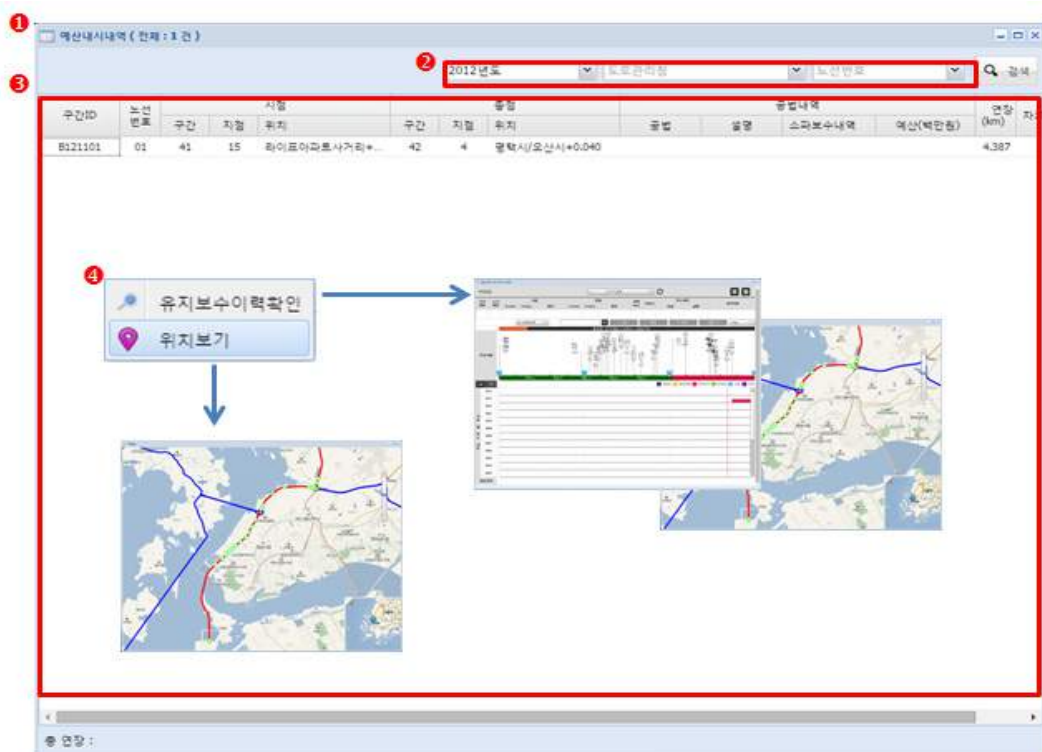
- ① 조사대상구간 화면입니다. 조사대상구간은 사용자가 요청한 조사요청구간 정보를 반영하여 선정된 1차조사구간을 조회를 할 수 있는 기능입니다.
- ② 조사대상구간 검색 조건들입니다. 년도는 조사대상구간이 등록된 전체 년도 리스트를 나타내며 최신 년도가 자동 선택됩니다. 로그인 사용자가 지방국토관리청 소속이면 하위 국토관리사무소를 선택할 수 있으며, 국토관리사무소라면 소속된 국토관리사무소만 선택할 수 있습니다. 노선번호는 해당 지방국토관리청 또는 국토관리사무소가 관리하는 노선만 선택 가능합니다.
- ③ 검색조건에 따라 조회된 조사대상구간 리스트입니다.
- ④ 리스트를 선택한 상태에서 우측 마우스 버튼을 누를 경우 사용할 수 있는 메뉴들입니다.
- 유지보수이력확인 : 선택된 구간의 유지보수이력 화면과 지도가 동시에 실행됩니다.
 - 유지보수이력 화면은 노선과 기관으로 검색된 주요지점과 관리기관, 연도별 유지보수실적, 최

초포장 정보 등을 제공하는 화면입니다. 선택된 구간의 위치로 자동 이동됩니다.

- 위치보기 : 해당 구간의 위치를 지도 상에 표출합니다.

2.2.7 예산내시내역

(1) 예산내시내역 관리



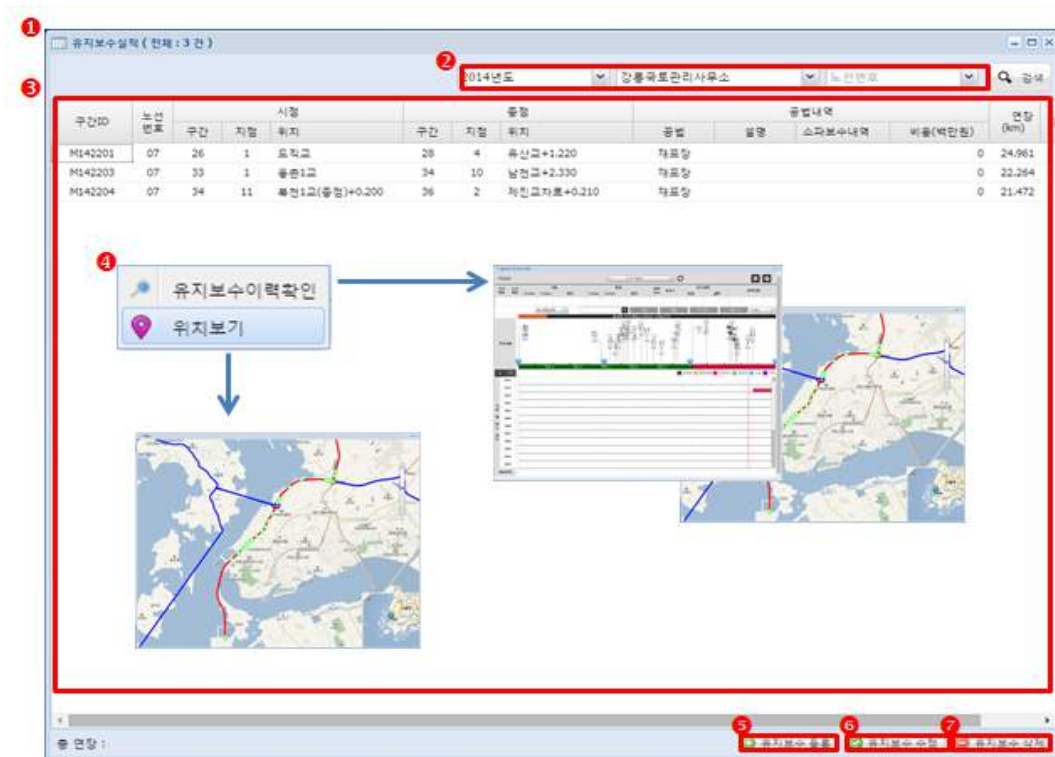
- ① 예산내시내역 관리 화면입니다. 예산내시내역 관리는 사용자가 예산내시구간을 조회하는 기능입니다.
- ② 예산내시구간 검색 조건들입니다. 년도는 예산내시구간이 등록된 전체 년도 리스트를 나타내며 최신 년도가 자동 선택됩니다. 로그인 사용자가 지방국토관리청 소속이면 하위 국토관리사무소를 선택할 수 있으며, 국토관리사무소라면 소속된 국토관리사무소만 선택할 수 있습니다. 노선번호는 해당 지방국토관리청 또는 국토관리사무소가 관리하는 노선만 선택 가능합니다.
- ③ 검색조건에 따라 조회된 예산내시구간 리스트입니다.
- ④ 리스트를 선택한 상태에서 우측 마우스 버튼을 누를 경우 사용할 수 있는 메뉴들입니다.
 - 유지보수이력확인 : 선택된 구간의 유지보수이력 화면과 지도화면이 동시에 실행됩니다. 유지

보수이력 화면은 노선과 기관으로 검색된 주요지점과 관리기관, 연도별 유지보수실적, 최초포장 정보 등을 제공하는 화면입니다. 선택된 구간의 위치로 자동 이동됩니다.

- 위치보기 : 해당 구간의 위치를 지도 상에 표출합니다.

2.2.8 유지보수실적

(1) 유지보수실적 관리



- ① 유지보수실적 관리 화면입니다. 유지보수실적 관리는 사용자가 유지보수실적을 등록/수정/삭제하고 조회 할 수 있는 기능입니다.
- ② 유지보수실적 검색 조건들입니다. 년도는 유지보수실적이 등록된 전체 년도 리스트를 나타내며 최신 년도가 자동 선택됩니다. 로그인 사용자가 지방국토관리청 소속이면 하위 국토관리사무소를 선택할 수 있으며, 국토관리사무소라면 소속된 국토관리사무소만 선택할 수 있습니다. 노선번호는 해당 지방국토관리청 또는 국토관리사무소가 관리하는 노선만 선택 가능합니다.
- ③ 검색조건에 따라 조회된 유지보수실적 리스트입니다.
- ④ 리스트를 선택한 상태에서 우측 마우스 버튼을 누를 경우 사용할 수 있는 메뉴들입니다.

- 유지보수이력확인 : 선택된 구간의 유지보수이력 화면과 지도화면이 동시에 실행됩니다. 유지보수이력 화면은 노선과 기관으로 검색된 주요지점과 관리기관, 연도별 유지보수실적, 최초포장 정보 등을 제공하는 화면입니다. 선택된 구간의 위치로 자동 이동됩니다.
 - 위치보기 : 해당 구간의 위치를 지도 상에 표출합니다.
- ⑤ 유지보수실적 등록 화면을 호출합니다((2)유지보수실적 등록에서 설명).
 - ⑥ 유지보수실적 수정 화면을 호출합니다((3)유지보수실적 수정에서 설명).
 - ⑦ 조회된 유지보수실적 리스트에서 선택된 유지보수실적 1건을 삭제합니다.

(2) 유지보수실적 등록

- ① 사용자가 유지보수 실적을 입력할 수 있는 화면입니다.
- ② 년도와 노선을 선택하면 해당 노선의 이벤트 리스트가 나타납니다. 시점과 종점 이벤트를 선택하고 이벤트와의 이격거리를 입력합니다. 이격거리는 Km 단위로 입력합니다.
 - 이벤트란 교차로, 교량(시중점), 터널(시중점), 시구간, I.C 등을 말합니다.
- ③ “위치 유효 확인” 은 사용자가 선택한 구간이 유효한지를 검사하는 기능으로 유효한 경우 ④번의 지도화면에 구간을 표시해 줍니다. 아래 조건들은 위치 유효성 확인 시 유효하지 않은 조건들이며, 아래 해당사항이 있으면 관련 내용을 경고창으로 보여줍니다.

- EVENT 교차 선택(시점과 종점 이벤트의 위치가 바뀜)
 - 연장 부족(시점+OFFSET, 구간연장을 입력한 경우: epos is null)-입력방식 결정된 후 최종 확정 필요
 - 국토관리사무소 중복선택
 - 시구간 선택
 - 기선정 포함
 - 포장종류 중복선택(아스팔트, 콘크리트)
 - 차로수 중복선택(차로 없는 구간은 Check 제외)
 - 포장구조 중복선택(포장구조 없는 구간은 Check 제외)-보류
 - 중복 노선 선택
- ④ 하행을 선택하게 되면 상행과 동일한 방법(② , ③)으로 입력하면 됩니다.
- 이벤트 리스트는 상행 이벤트와 반대 정렬되어 나타납니다.
- ⑤ “공법” 은 선택된 포장종류(아스팔트, 콘크리트)에 해당하는 유지보수 공법이 조회됩니다. 포장종류 선택 후 조회된 유지보수 공법 중 해당 유지보수 구간에 실시한 공법을 선택합니다.
- ⑥ 선택한 유지보수 공법이 덧씌우기(내유동, 그리드, 재생, 기능성)에 해당하는 공법이면 선택 공법에 따른 포장 재료를 선택할 수 있다. 덧씌우기/내유동 공법을 선택하는 경우 SMA, PSMA, PBSC, SRA, SBS 등의 재료를 선택할 수 있다. 추가적으로 절삭두께, 기층보강두께, 표층두께를 입력할 수 있다. 두께 정보는 Cm 단위로 입력하며 선택된 공법에 따라 입력 여부가 결정된다.
- ⑦ 유지보수 구간의 차로가 4차로일 경우는 전체 차로, 1차로 , 2차로 리스트를 보여주게 되고 2차로일 경우는 전체 차로, 1차로 리스트를 보여줍니다. 전체차로는 4차로의 경우 상행 전차로보수, 하행 전차로 보수의 의미이며, 2차로인 경우는 상·하행을 포함하는 전차로 보수를 의미한다.
- ⑧ 상세내역으로 보수금액을 입력합니다. 금액을 입력하면 아래에 한글로 금액(단위:백만원)를 표시합니다.
- ⑨ “위치 유효 확인” 에서 예외 조건들이 없고 공법정보와 금액이 정상적으로 입력되면 입력버튼이 활성화 됩니다.

(3) 유지보수실적 수정

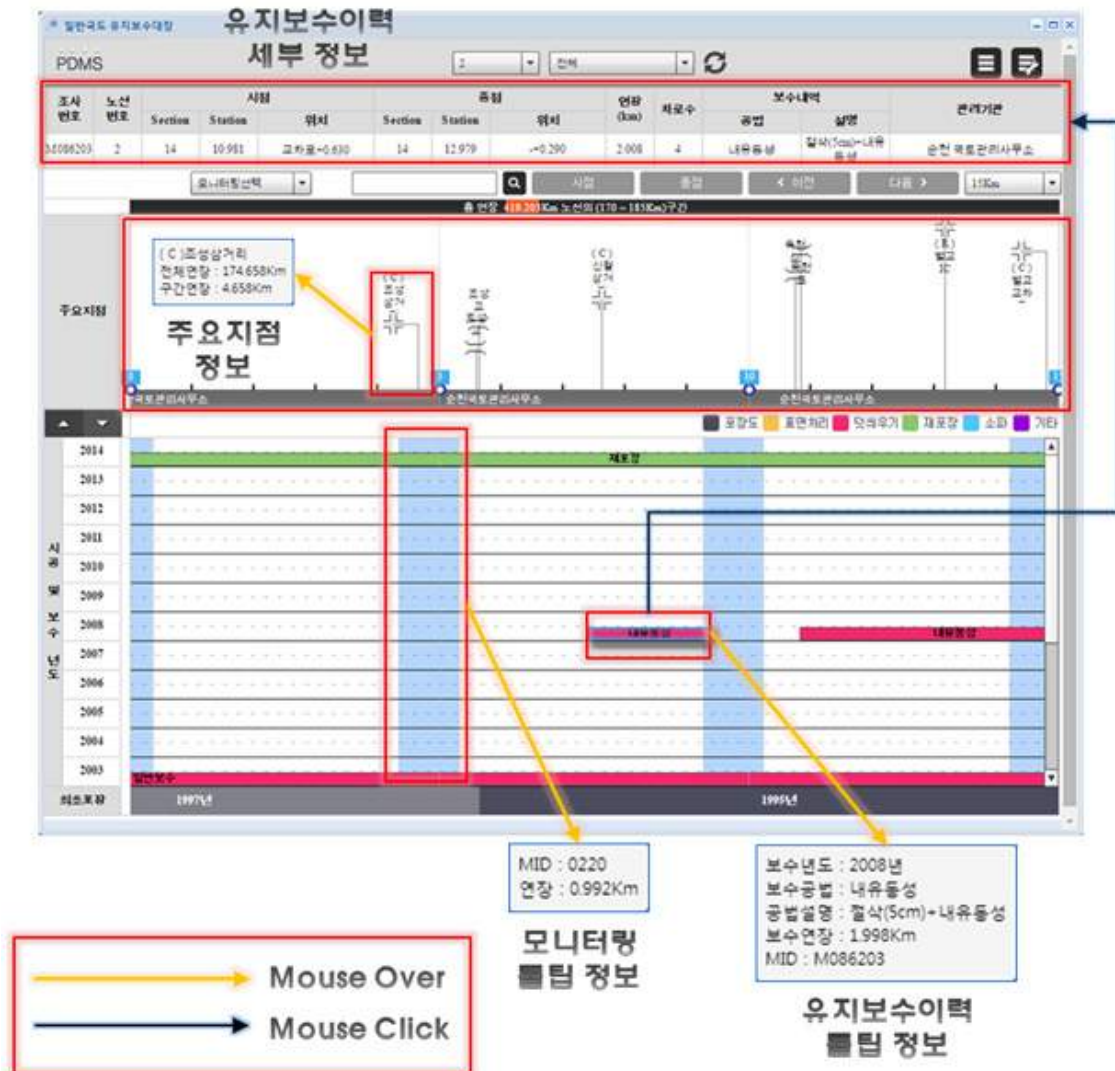
Figure 2 shows the '유리보수설계 (수장)' (Pavement Design) software interface. The interface is divided into several sections: '기본 정보' (Basic Information), '노면 정보' (Pavement Information), '구조 정보' (Structure Information), '재료 정보' (Material Information), and '설계 내역' (Design History). Red boxes and numbers 1 through 11 highlight specific input fields and buttons. A blue arrow points from the '설계' (Design) button in the top window to the '유리보수설계 (수장)' window. A map on the right shows the project location.

- ① 유지보수실적 관리에서 등록된 유지보수를 선택한 상태에서 유지보수 수정버튼을 누르면 유지보수실적 수정 기능이 호출됩니다.
 - ② 유지보수실적 수정은 선택한 유지보수 실적(구간 및 공법 정보)을 수정할 수 있는 화면입니다. 이미 등록된 유지보수실적 정보는 자동으로 조회됩니다.
 - ③ 년도와 노선을 선택하면 해당 노선의 이벤트 리스트가 나타납니다. 시점과 종점 이벤트를 선택하고 이벤트와의 이격거리를 입력합니다. 이격거리는 Km 단위로 입력합니다.
- 이벤트란 교차로, 교량(시종점), 터널(시종점), 시구간, I.C 등을 말합니다.

- ④ “위치 유효 확인” 은 사용자가 선택한 구간이 유효한지를 검사하는 기능으로 유효한 경우 ④번의 지도화면에 구간을 표시해 줍니다. 아래 조건들은 위치 유효성 확인 시 유효하지 않은 조건들이며, 아래 해당사항이 있으면 관련 내용을 경고창으로 보여줍니다.
- EVENT 교차 선택(시점과 종점 이벤트의 위치가 바뀜)
 - 연장 부족(시점+OFFSET, 구간연장을 입력한 경우: epos is null)–입력방식 결정된 후 최종 확정 필요
 - 국토관리사무소 중복선택
 - 시구간 선택
 - 기선정 포함
 - 포장종류 중복선택(아스팔트, 콘크리트)
 - 차로수 중복선택(차로 없는 구간은 Check 제외)
 - 포장구조 중복선택(포장구조 없는 구간은 Check 제외)–보류
 - 중복 노선 선택
- ⑤ 하행을 선택하게 되면 상행과 동일한 방법(②, ③)으로 입력하면 됩니다.
- 이벤트 리스트는 상행 이벤트와 반대 정렬되어 나타납니다.
- ⑥ “공법” 은 선택된 포장종류(아스팔트, 콘크리트)에 해당하는 유지보수 공법이 조회됩니다. 포장종류 선택 후 조회된 유지보수 공법 중 해당 유지보수 구간에 실시한 공법을 선택합니다.
- ⑦ 선택한 유지보수 공법이 덧씌우기(내유동, 그리드, 재생, 기능성)에 해당하는 공법이면 선택 공법에 따른 포장 재료를 선택할 수 있다. 덧씌우기/내유동 공법을 선택하는 경우 SMA, PSMA, PBSC, SRA, SBS 등의 재료를 선택할 수 있다. 추가적으로 절삭두께, 기층보강두께, 표층두께를 입력할 수 있다. 두께 정보는 Cm 단위로 입력하며 선택된 공법에 따라 입력 여부가 결정된다.
- ⑧ 유지보수 구간의 차로가 4차로일 경우는 전체 차로, 1차로 , 2차로 리스트를 보여주게 되고 2차로일 경우는 전체 차로, 1차로 리스트를 보여줍니다. 전체차로는 4차로의 경우 상행 전차로보수, 하행 전차로 보수의 의미이며, 2차로인 경우는 상·하행을 포함하는 전차로 보수를 의미한다.
- ⑨ 상세내역으로 보수금액을 입력합니다. 금액을 입력하면 아래에 한글로 금액(단위:백만원)를 표시합니다.
- ⑩ “위치 유효 확인” 에서 예외 조건들이 없고 공법정보와 금액이 정상적으로 입력되면 수정버튼이 활성화 됩니다. 수정버튼을 누르면 선택된 유지보수실적 자료가 수정됩니다.

2.2.9 노선보수이력

(1) 노선보수이력 확인



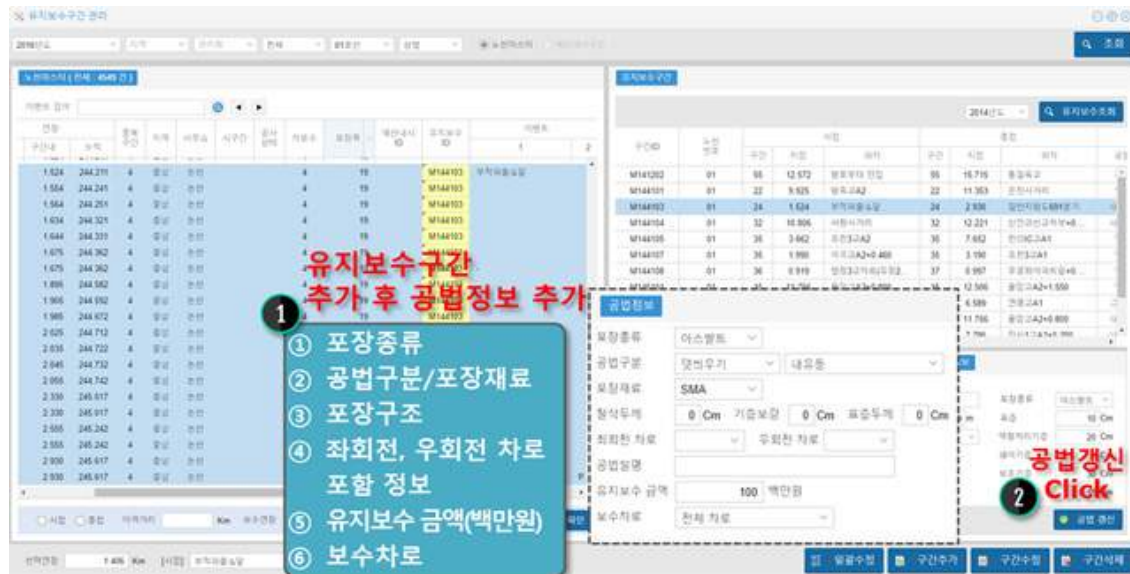
유지보수이력 확인 기능은 노선별 구간별 노선보수 이력을 한눈에 확인할 수 있는 기능이다. 바탕화면의 노선보수이력 확인 메뉴를 통해 기능을 수행할 수 있다.

노선별, 국토관리사무소 영역별, 단위연장별(15Km, 30Km 등) 조회가 가능하며 현재 년도를 기준으로 12년 동안의 유지보수 이력을 표출한다.

유지보수구간 관리 기능에서 유지보수 실적을 입력하면 유지보수이력 확인 기능에서 즉시 확인이 가능하다.

2.2.10 유지보수구간

(1) 유지보수구간 관리



유지보수실적 입력은 전년도에 수행한 유지보수 공사의 내용을 일반국도 포장자료관리시스템 (PDMS)에 입력하는 작업이다.

유지보수실적을 입력하는 방법은 유지보수구간 관리 메뉴를 통해 실행한다.

유지보수실적 입력은 총 2단계 구성된다.

- 1단계 : 2.4.2, 2.4.3에 설명된 구간선정 방법 1 또는 2를 사용하여 유지보수 구간 입력
- 2단계 : 해당 유지보수구간의 실적 정보 입력(포장종류, 공법구분, 포장재료, 절삭 및 포장두께 등)

공법정보 갱신은 아래 설명에 따라 수행한다.

① 조회된 유지보수구간 리스트에서 1개 구간을 선택한다.

- 포장종류, 공법구분, 포장재료, 절삭 및 포장두께, 좌회전 차로, 우회전 차로 포함 정보, 유지보수 금액, 보수 차로 등을 입력한다.

② 공법갱신 버튼을 클릭하면 선택된 유지보수구간에 해당 공법정보가 반영된다.

주의)

- 공법구분에서 덧씌우기 / 내유동을 선택하면 포장재료를 반드시 선택해야 한다.
- 절삭두께, 기층보강, 표층두께 항목이 활성화 되어 있으면 적어도 하나의 항목에는 두께 정보를

입력하여야 한다.

- 좌회전 차로, 우회전 차로 포함 정보, 보수 차로 정보를 반드시 입력
- 유지보수 금액은 백만원 단위로 입력한다.

아스팔트 보수공법		절삭	기층	표층	아스팔트 포장재료
일상보수	소파보수				내유동 재료
	포트홀보수				
예방적 유지보수	균열실링				• SMA • PSMA • PBSC • SRA • SBS • SBS PMA • PMA • CRM • 반강성 • 중온(WMA) • 에코팔트
	종방향균열보수				
	슬러리실				
	마이크로서페이싱				
	포그실				
	실코드				
	칩실				
	초박층덧씌우기				
	미끄럼방지				
덧씌우기	일반	가능	가능	가능	그리드 재료
	내유동	가능	가능	가능	• 섬유 • 유리
	그리드	가능	가능	가능	재생 재료
	재생	가능	가능	가능	
	기능성	가능	가능	가능	• 현장 • 플랜트
	기타	가능	가능	가능	
기타	재포장				기능성 재료
	기타				

유지보수실적 입력 시 포장종류를 아스팔트로 선택하면 사용할 수 있는 보수 공법이다.

포장공법 중 내유동, 그리드, 재생, 기능성을 선택하면 포장재료를 선택하여야 한다.

덧씌우기 공법을 선택하면 절삭 두께, 기층보강 두께, 표층보수 두께 중 적어도 하나는 입력하여야 한다.

콘크리트 보수공법		절삭	보조 기층	표층
전단면 보수	- 현장타설 콘크리트 - 프리카스트 콘크리트	가능		가능
부분단면 보수	- 현장타설 콘크리트 - 프리카스트 콘크리트	가능		가능
균열보수	- 균열실링 - 줄눈재 충전			
줄눈보수	- 줄눈재 주입 - 성형줄눈재 삽입			
미끄럼저항 향상	- 그루빙 - 다이아몬드 그라인딩 - 샷 블라스팅 - 표면평삭 - 슬러리실	가능 가능 가능 가능		가능
덧씌우기	- 아스팔트 덧씌우기 - 접착식콘크리트 덧씌우기 - 비접착식콘크리트 덧씌우기 - 표면평삭 - 슬러리실	가능	가능	가능
보강	- 서브실링 - 슬래브 재킹 - 하중전달장치 재설치 - 지하배수시설	가능	가능	가능
기타	- 재포장 - 기타	가능	가능	가능

유지보수실적 입력 시 포장종류를 콘크리트로 선택하면 사용할 수 있는 보수 공법이다.

전단면보수, 부분단면보수, 미끄럼저항향상, 덧씌우기, 보강, 기타 공법을 선택하면 절삭 두께, 기층보강 두께, 표층보수 두께 중 적어도 하나는 입력하여야 한다.

(2) 유지보수실적 입력

유지보수실적 입력은 전년도에 수행한 유지보수 공사의 내용을 일반국도 포장자료관리시스템 (PDMS)에 입력하는 작업이다.

유지보수실적을 입력하는 방법은 유지보수구간 관리 메뉴를 통해 실행한다.

유지보수실적 입력 중 해당 구간의 확장 등으로 노선현황에 변경이 발생한 경우 포장(마스터) 정보를 갱신하여야 한다.

포장(마스터)정보 갱신은 아래 설명에 따라 수행한다.

① 공법 정보 우측에 표출된 포장(마스터)정보 영역을 수정한다.

- 차로수, 포장폭, 포장년도, 포장종류, 표층, 역청처리기층, 쇄석기층, 보조기층, 동상방지층 정보를 입력

② 공법갱신 버튼을 클릭하면 공법정보는 유지보수구간에 적용되며 포장(마스터)정보는 노선 마스터에 적용된다.

주의)

- 포장(마스터)정보는 노선마스터 정보에 직접적으로 반영되므로 정보 입력 시 주의하여야 한다.
- 확실하지 않은 정보는 절대 입력하지 않도록 한다.
- 변경되지 않은 정보는 화면에 조회된 그대로 두어야 한다.

2.2.11 모니터링

(1) 모니터링 기능

모니터링

2014년, 2012년, 2013

모니터링시점

노선번호

교량지수

2014년

2013년

2012년

조사지점번호

시점

종점

진행방향

차로수

2014

2013

2012

균열률 (%) (Crack)

소성 변형 (mm) (Rutting)

중단 평탄성 (mm/km) (IRI)

균열률 (%) (Crack)

소성 변형 (mm) (Rutting)

중단 평탄성 (mm/km) (IRI)

균열률 (%) (Crack)

소성 변형 (mm) (Rutting)

중단 평탄성 (mm/km) (IRI)

0001

2009년

구주17

북로1번선 종점

구주16

구주17로

반

4

11.09

9.22

2.58

11.01

8.88

2.38

9.95

6.02

2.53

0002

2007년

구주12

거리표입을

구주11

거리표입을

반

4

14.88

16.47

4.74

14.7

12.63

3.57

14.25

9.6

5.9

0003

2008년

구주7

거리표입을

구주6

거리표입을

반

4

0

10.78

3.59

9.13

9.92

3.5

7.1

6.7

4.12

0004

2009년

북차11

북차10

북차10

반

4

0.19

8.95

3.15

3.5

7.90

2.83

2.63

5.13

3.36

0005

2009년

구주9

식각구간

구주8

식각구간

반

4

0

0

0

0

0

12.17

3.56

2.16

0006

2009년

구주14

오산사거리(북)길

구주14

구주14

반

4

16.68

10.84

3.48

4.68

12.83

3.08

1.91

11.28

4.85

0007

2009년

구주21

한성천교A1,경

구주20

구주20

반

4

21.76

7.27

2.18

20.57

6.85

2.03

1.43

4.52

2.28

0008

2009년

구주16

한성천교A1,경

구주15

구주15

반

4

0.41

7.53

1.64

0.39

8.84

1.52

0

3.88

1.55

0009

2009년

구주11

34분기

구주12

한성사거리(남)

반

4

3.57

12.96

2.74

3.27

13

2.68

2.14

9.4

2.79

0010

2009년

구주28

한성사거리(북)

구주27

구주27

반

4

1.04

9.01

2.31

0.92

7.84

1.75

1.62

8.96

2.68

0011

2009년

구주23

소정교A2

구주22

북고천교상거리

반

4

1.04

10.26

2.6

5.84

8.14

2.17

4.7

6.04

2.42

0012

2009년

구주18

유정2교A2

구주17

구주17

반

4

1.57

6.41

1.63

0.95

6.7

1.69

0.1

3.16

1.61

0013

2009년

구주13

조천4교

구주12

구주12

반

4

1.04

9.07

2.22

6.11

10.05

1.88

3.43

7.6

2.25

0014

2009년

구주8

조천교

구주7

한성교차로

반

4

1.2

10.78

1.63

1.25

10.29

1.61

0.16

7.86

1.62

0015

2009년

구주3

거리표입을

구주4

거리표입을

반

4

0

8.6

2.44

2.27

12.63

2.87

0.08

9.61

3.3

0016

2009년

구주37

한성사거리(북)

구주36

구주36

반

4

11.16

12.46

2.62

60.77

11.34

2.16

6.24

9.11

2.74

0017

2009년

구주32

거리표입을

구주31

거리표입을

반

4

8.14

8.74

1.57

0.12

6.66

1.35

1.15

8.77

3.06

0018

2009년

구주27

거리표입을(주)

구주26

거리표입을

반

4

0.37

4.85

1.49

0.35

4.60

1.32

0

0

0

0019

2009년

구주22

거리표입을(북)

구주21

세종사거리(북)대

반

4

1.55

9.73

1.87

0.13

7.4

1.68

0

0

0

0020

2009년

구주43

세종/공주시계

구주42

구주42

반

4

8.11

10.1

2.93

2.91

8.98

2.31

0.77

6.42

2.67

0021

2009년

구주38

한성사거리(북)

구주37

한성교A1,구주

반

4

7.67

12.53

3

7.46

11.32

2.52

3.11

9.33

2.76

0022

2009년

구주21

계룡사거리(북)

구주20

구주20

반

4

3.09

8.71

2.93

2.11

6.21

2.65

0.67

9.78

3

0023

2009년

구주16

한성사거리(북)

구주15

구주15

반

4

1.88

7.79

2.18

1.75

7.29

2.18

0.47

4.18

2.2

0024

2009년

구주11

한성사거리(북)

구주10

구주10

반

4

0.35

6.34

1.89

0.34

5.43

1.76

0

2.65

1.92

0025

2009년

구주8

한성사거리(북)

구주7

한성사거리(북)

반

4

2.18

10.77

2.03

2.13

8.96

1.96

1.11

4.76

2.05

0026

2009년

구주24

한성사거리(북)

구주23

구주23

반

4

0

4.37

2.15

20.33

11.65

2.87

3.45

1.87

3.38

0027

2009년

구주19

한성사거리(북)

구주18

구주18

반

4

0.14

6.96

3.11

0.13

5.81

2.52

1.18

1.29

3.31

0028

2009년

구주14

한성사거리(북)

구주13

구주13

반

4

0.35

6.3

1.71

0.34

5.32

1.33

0

1

1.6

0029

2009년

구주9

한성사거리(북)

구주8

구주8

반

4

18.38

10.06

2.79

9.02

8.34

2.45

0.86

1

2.62

- ① 전국모니터링 화면으로 사용자는 조회 기능만 제공합니다.
- ② 검색 조건 중 년도는 반드시 선택해야 하며 다중선택이 가능합니다.
 - 다중선택으로 3개 초과 선택 시에 “최대 3개의 연도를 선택하실 수 있습니다.” 라는 메시지가 뜹니다.
 - 1개 이상의 조사년도를 선택하면 년도별 포장상태 비교가 가능합니다.
- ③ 조회하여 보이는 조사지점에 대한 기본정보입니다.
 - 조사지점번호, 노선번호, 관리기관, 시점과 종점의 거리표와 위치, 진행방향, 차로수
- ④ 다중선택으로 검색된 년도별 정보입니다.
 - 균열률, 소성변형, 중단평탄성
 - 년도별 데이터들은 오른쪽부터 내림차순으로 정렬되어서 보입니다.

2.2.12 차트

(1) 조사대상구간 현황 차트



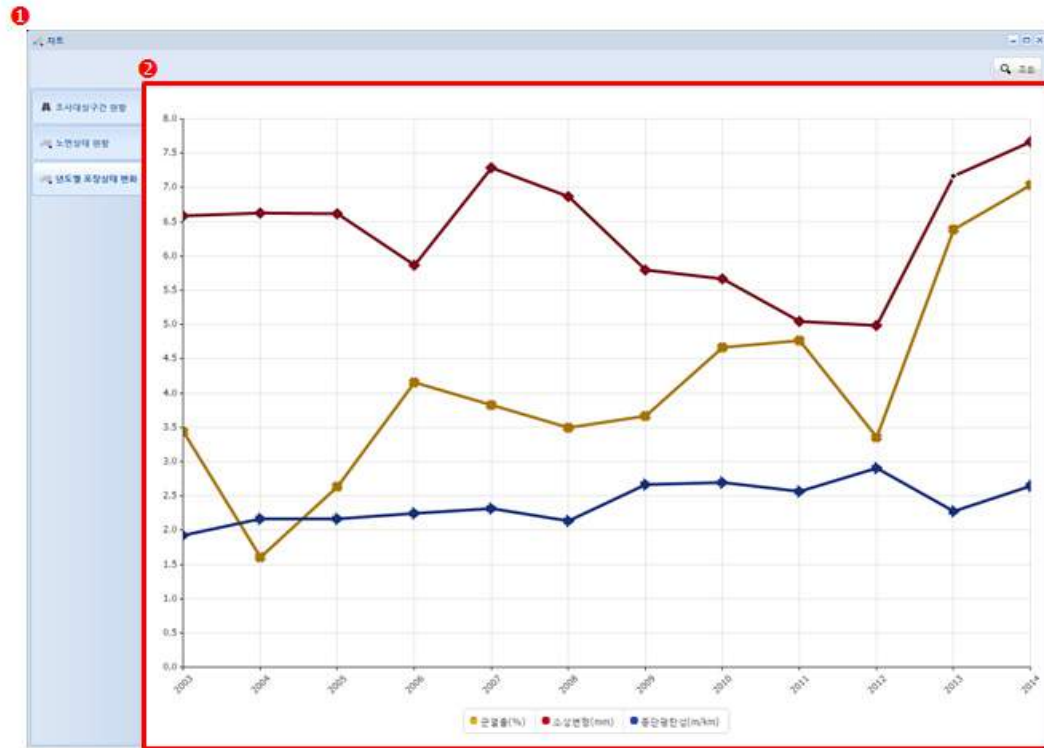
- ① 차트 화면으로 통계정보 조회가 가능합니다.
- ② 차트 검색 조건입니다. 년도는 전국모니터링 조사를 수행한 전체 년도 리스트를 나타냅니다.
 년도 이외의 조건으로 지방국토관리청, 국토관리사무소, 노선만 선택이 가능합니다.
- ③ 메뉴로는 조사대상구간 현황, 노면상태 현황, 년도별 포장상태 변화가 있습니다.
 - 노면상태 현황을 선택하게 되면 관련 기능을 호출합니다((2)노면상태 현황에서 설명).
 - 년도별 포장상태를 선택하게 되면 관련 기능을 호출합니다((3)년도별 포장상태 변화에서 설명).
- ④ 검색조건에 따라 조회된 차트입니다. 메뉴 및 조건에 따라 해당 정보로 차트가 변경됩니다.

(2) 노면상태 현황 차트



- ① 노면상태 현황 차트입니다.
- ② 차트 검색 조건입니다. 년도는 전국모니터링 조사를 수행한 전체 년도 리스트를 나타냅니다. 년도 이외의 조건으로 지방국토관리청, 국토관리사무소, 노선만 선택이 가능합니다.
- ③ 검색조건에 따라 조회된 차트입니다. 균열률, 소성변형, 종단평탄성 등 포장상태에 따른 분포 정보를 제공합니다. 선택된 조회 조건에 따라 관련 정보를 자동 갱신됩니다.

(3) 년도별 포장상태 변화



① 조사년도별 포장상태 항목별 변화 차트입니다.

② 별도의 조회 조건은 없으며 전체 조사년도와 포장상태(균열률, 소성변형, 종단평탄성)를 바탕으로 정보를 제공합니다.

부 록 3

공법별 공사단가

단위 km당 유지보수 비용 집계표

(단위 : 천원/7,000m², 2018년 12월 말 기준)

구분		유지보수비 (천원)	비고
상시보수	소파보수(Patching)	7,424	(천원/a)
	균열 실링	16,789	(원/m)
예방적 유지보수	폴리머 슬러리실 (Polymer Slurry Seal)	50,036	
	마이크로써페이싱	71,155	
	초박층	92,395	
덧씌우기 유지보수	절삭(5cm)	39,830	
	4AC	89,665	7,000m ²
		110,551	9,000m ²
	5AC	105,015	7,000m ²
		130,287	9,000m ²
	5BB+5AC	212,444	
	7BB+5AC	238,749	
	10BB+5AC	277,717	
	15BB+5AC	342,991	
	절삭(5cm)+5AC	144,607	
	개질아스콘(5cm)	145,031	
	그리드+5AC	253,998	
재생 덧씌우기 유지보수	현장재생(5AC)	125,996	재생공법 (절삭5cm 포함)
	플랜트재생(5AC)	101,677	재생공법