

서울시 도로포장 관리에 대한 고찰과 분석

배운신* · 이상염** · 신경엽***

The Study and Analysis of Road Pavement Management in Seoul

Yoon-Shin Bae* · Sangyum Lee** · Kyoung Yub Shin***

요약 : 본 연구는 서울시 도로포장 관리에 대한 전반적인 고찰과 분석을 위하여 서울시 도로포장 현황 및 문제점을 파악하고 실무자 대상 심층면접조사를 실시하였다. 포장관리시스템을 이용하여 도로파손 발생과 도로포장 상태를 분석하였다. 또한 구조적/재료적 측면과 관리적 측면의 도로포장 문제점을 제시하였다. 심층면접조사에서는 플랜트, 시공 및 감리 분야 실무자 의견을 통하여 도로포장 개선방안을 도출해 보았다. 주요 결론으로는 서울시 중하중과 여름철 집중호우에 의한 도로파손에 대한 대책이 필요하고 생애주기비용 분석을 통하여 확실적인 덧씌우기공법으로 인한 도로포장 조기파손의 문제점을 확인하였다. 설문조사 결과, 실무자에 대한 교육의 강화와 내구성 향상 위주의 실제적 정책적용의 필요성이 제기되었다.

주제어 : 도로포장, 포장관리시스템, 생애주기비용

ABSTRACT : In this study the status and problems of road pavement were raised and working-level officials in-depth interviews were conducted to consider and analyze the overall road pavement management in Seoul. Using the pavement management system(PMS), road damages and road pavement conditions were analyzed. And the road pavement problems in structural/material respect and management respect were issued. The improvement of road pavement was derived from in-depth interview of officials in charge of plant, construction and supervision. A counterplan is necessary for road damages due to heavy traffic and heavy rains. By performing Life Cycle Cost(LCC) analysis, the same way overlay results in early damages of road pavement. Working-level officials education needs to be strengthened and the necessity of durability improvement-oriented practical policy application was presented.

Key Words : road pavement, pavement management system(PMS), life cycle cost

* 서울시정개발연구원 안전환경연구실 부연구위원(Associate Research Fellow, Seoul Development Institute)

** 서울시 도시안전실 도로포장팀 전문직 공무원(Manager, Road Pavement Division, Seoul Metropolitan Government),
교신저자(E-mail: sleel1@seoul.go.kr, Tel: 02-3707-8512)

*** 서울시정개발연구원 안전환경연구실 연구원(Researcher, Seoul Development Institute)

I. 서론

서울시와 같은 도심부 도로에서는 산업화로 인한 경제인구의 증가로 교통량이 증가하고 있는 추세이다. 또한 중앙버스전용차로 도입 이후 버스전용차로에 중하중이 집중적으로 발생하면서 포장파손이 촉진되고 있으며, 최근 이상기후 현상으로 인한 동결기의 폭설과 해빙기의 큰 일교차 및 집중호우 등으로 인한 포장파손이 발생하고 있다.

특히 서울시 간선도로 대부분은 최초 건설 후 20년 이상 공용 중으로 포장의 노후화가 매우 빠르게 진행되고 있는 실정이다. 실제로 아스팔트 포장의 최초 설계수명이 20년임에도 불구하고 실제 공용 중인 도로의 재포장주기는 5~10년 정도이다. 이는 도심부 도로포장 특성상 도로의 노후화와 교통량 증가, 잦은 굴착복구의 영향으로 포장의 수명을 유지하기 매우 힘든 상황을 반증하고 있다(한국도로학회, 2005).

도로는 서울시 인프라구조물의 가장 큰 부분을 차지(도로를 포함한 도시기반시설에 대한 자산가치는 65조 4,771억원)하며, 매년 도로부분에서 발생하는 유지관리비용은 2020년 이후로 건설비용을 초과할 것으로 예상된다. 하지만, 서울시 도시교통본부 도로기획관 예산 중 도로시설물의 안전 점검 및 진단 등 유지관리에 투입되는 예산은 매년 감소추세에 있어서 효율적인 예산운영방침 마련이 시급한 상태이다(신성일·이광훈, 2008).

도로포장관련 비용은 재포장, 긴급복구, 도로상의 공사, 안전사고 방지 등 도로시설 관리와 함께 교통흐름의 억제에 의한 교통혼잡비용과 함께 발생한다. 서울시는 포장관리시스템(PMS : Pavement Management System, 이하 PMS)이 활성화되어 있지 않아 예방적 유지보수보다는 사후 유지보수

를 실시하고 있는 실정이기 때문에 많은 유지비용이 소모되고 있고, 이로 인하여 잦은 긴급복구가 발생하여 교통혼잡비용 및 민원발생이 증가하고 있다.

그러므로 서울시 도로포장 유지관리정책은 이러한 기초로서 재료의 품질관리방안, 효율적인 PMS 운영방안, 예방적 유지보수공법 도입방안 등에 대한 연구가 필요하다.

II. 서울시 도로포장 현황 및 문제점

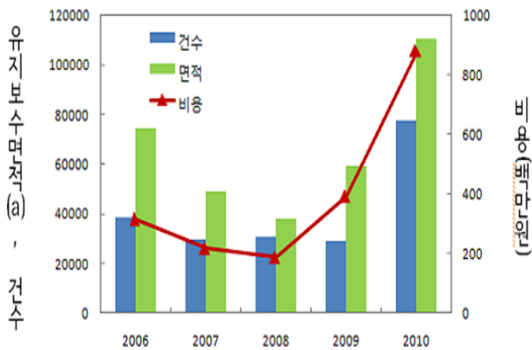
1. 서울시 도로포장 현황

1) 서울시 도로파손 발생 현황

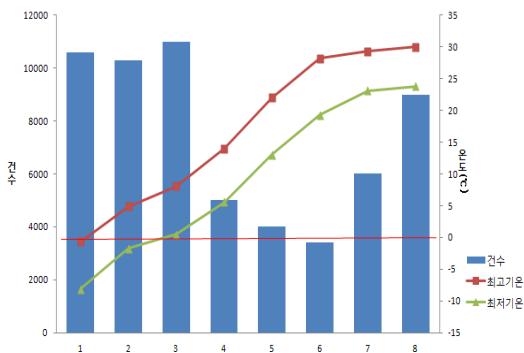
최근 여름철 집중호우(장마 등) 및 겨울철 폭설 등 이상기후로 인하여 서울시 포장파손이 가속화되고 있으며, 이에 따른 비용이 증가하고 있다.

특히 <그림 1>에서 보는 바와 같이 2010년 소파 발생 면적/건수 및 비용이 큰 폭으로 증가하였는데, 이것은 2010년이 '기후변화 종합재해세트'라고 할 만큼 다양하고 강도 높은 이상기후 현상이 한반도에 나타났기 때문이다. 2010년 1월 4일 서울에 25.4cm의 폭설(1937년 이래 최대), 9월 21일 서울의 일강수량 259.5mm를 기록(1908년 이후 역대 2위), 여름철 92일 중 81일의 전국평균기온이 평년보다 높아 폭염이 지속되는 등 기상이변이 발생하였다(기상청, 2010).

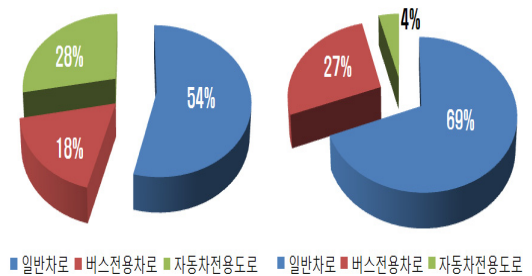
<그림 2>는 월별 강수량 및 소파발생량을 조사한 자료이다. 강수량이 증가하는 7월, 8월에 소파 보수 발생건수가 증가함을 확인할 수 있었으며, 1월부터 3월은 해빙기 시의 온도변화의 영향으로 인해 포장파손을 가속화시킨 것으로 판단된다.



〈그림 1〉 소파보수 면적/건수 및 비용



〈그림 2〉 월별 온도 및 소파발생량



〈포트홀 개소 비율〉 〈포트홀 건수 비율〉

〈그림 3〉 2009년 1월 포트홀 발생 및 보수실적



〈그림 4〉 서울시 도로포장 취약구간

2004년 서울시 대중교통 개편작업과 함께 중앙 버스차선제도가 도입된 이래로 버스전용차로에 중하중(버스 하중)이 집중되면서 포장파손(소성 변형)이 발생하여 포장수명에 큰 영향을 미치고 있다. 〈그림 3〉은 2009년 1월 포트홀 발생 및 보수 실적 자료이다. 버스전용차로의 포트홀 개소 비율(18%) 및 포트홀 건수 비율(27%)을 보면 전체 도로 중 버스전용차로가 차지하는 비율을 감안하면, 버스전용차로의 비율이 상당히 높은 것을 확인할 수 있으며, 중하중(버스 하중)이 포장파손에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 〈그림 4〉는 서울시설공단에서 지정한 도로포장 취약구간을 나타낸 것이다(서울시설공단, 2011).

2) 서울시 도로포장 상태 분석

1999년부터 현재까지 서울시에서는 도로포장 유지관리 업무 및 유지보수 예산편성에 합리적이고 실용적인 행정과 투명성 확보를 위하여 서울시 PMS 구축 및 운영에 관한 용역을 수행하고 있다.

서울시 도로포장의 상태를 분석하기 위해서 서울시 PMS 자료 중 자동포장상태 조사장비(KRISS : Korea Roadway Infrastructure Survey System, 이하 KRISS)를 이용하여 조사된 약 1,932km의 자료를 활용하였다. 포장파손을 균열, 소성변형, 종단평탄성으로 구분하여 상태 현황을 각 관리사업소로 나타냈으며, 조사대상노선에 대한 상세내용은 다음 〈표 1〉과 같다.

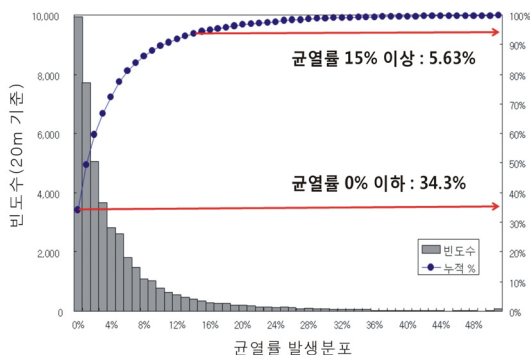
〈표 1〉 조사대상노선(서울특별시, 2009)

구분	노선수	조사차로 연장 (km)
전체	163	1,932
동부사업소	16	184
서부사업소	36	369
남부사업소	23	286
북부사업소	39	344
성동사업소	23	254
강서사업소	22	202

본 연구에서는 포장과손을 조사노선에 대한 평균수치인 균열, 소성변형, 종단평탄성으로 구분하였고, 포장과손 종류별 현황을 지역별로 살펴보았으며, 각 분석결과 자료는 서울시 PMS 자료를 활용하였다.

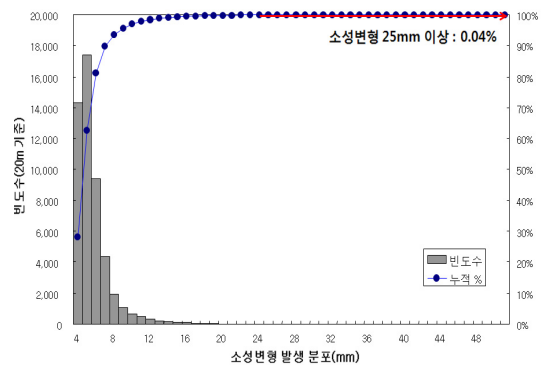
2009년 “서울시도 포장도로 조사 및 분석 용역” 결과, 조사대상노선인 163개 노선 총연장 1,932km에서 확인된 평균 결함발생량은 균열률 3.64%, 소성변형 발생량 5.15mm, 종단평탄성(IRI) 3.08m/km인 것으로 확인되었다.

조사대상노선의 균열률에 따른 분포현황은 〈그림 5〉와 같으며 균열이 발생하지 않은 구간이 약 34.3%, 보수대상(15%)은 전체의 약 5.63%이다.



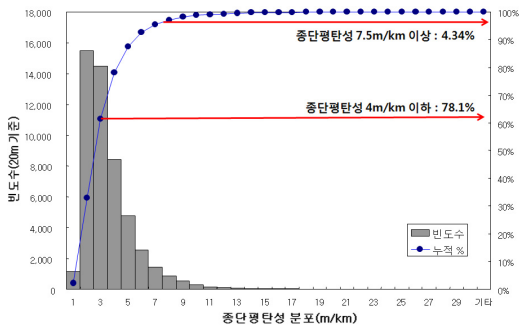
〈그림 5〉 균열 발생분포 현황(서울특별시, 2009)

소성변형 발생 분포현황은 〈그림 6〉과 같으며 소성변형 발생량 25mm 이상인 보수대상구간이 전체의 0.04%로 양호한 상태로 확인되었다. 이는 소성변형이 주로 교차로나 경사진 도로와 같이 단속류나 저속류의 교통하중이 반복적으로 가해지는 지점에 국부적으로 발생하는데, 분석된 자료는 전체적인 구간에 대한 평균값만을 나타내고 있기 때문이다. 보다 정확한 자료를 얻기 위해서는 교차로 및 경사진 도로에 대한 소성변형자료 구축이 필요하다.



〈그림 6〉 소성변형 발생분포 현황(서울특별시, 2009)

종단평탄성(IRI)의 분포현황은 〈그림 7〉과 같으며 종단평탄성 4m/km 이하인 구간이 전체의 약 78.1%인 것으로 확인되었다. 종단평탄성 값이 10m/km 이상인 구간은 과속방지턱 및 미끄럼방지 포장, 스쿨존 지역이 대부분인 것으로 확인되었으며, 보수대상(7.5m/km)은 전체의 약 4.34%이다.



〈그림 7〉 중단평탄성(IRI) 분포 현황(서울특별시, 2009)

중단평탄성(IRI)에 따른 포장상태를 사업소별로 비교하면, 남부 및 북부사업소의 경우 노후화된 포장 또는 유지보수가 필요한 포장으로 분류된다(서울특별시, 2009).

서울시는 자체적인 포장 평가지수인 SPI(Seoul Pavement Index)를 개발하여 사용하고 있으며 (식 1)과 같다.

$$SPI = 10 - PDI \quad (1)$$

여기서, PDI : 포장파손지수(Pavement Distress Index)

$$PDI = [(10 - PCI_{Cr})^5 + (10 - PCI_{Rd})^5 + (10 - PCI_{IRI})^5]^{1/5}$$

$$PCI_{Cr} = 10 - 2.23Cr^{0.3}$$

$$PCI_{Rd} = 10 - 0.2Rd$$

$$PCI_{IRI} = 10 - 0.667IRI$$

여기서, Cr : 포장의 균열

Rd : 평균 소성변형 깊이

IRI : 중단평탄성

PMS 조사대상 노선의 서울시 및 사업소별 포장평가지수(SPI)는 〈표 2〉와 같다. 서울시 평균

SPI는 7.23으로 분석되었으며, 북부사업소의 경우 포장평가지수(SPI)가 6.95로 보통 상태이며, 1~2년 내에 보수가 필요하고, 다른 도로사업소의 경우 포장평가지수(SPI)가 양호한 상태로 보수 불필요 또는 예방적 유지보수가 필요하다.

〈표 2〉 사업소별 SPI 현황

사업소	SPI	사업소	SPI
전체평균	7.23	북부도로교통사업소	6.95
동부도로교통사업소	7.14	성동도로교통사업소	7.08
서부도로교통사업소	7.22	강서도로교통사업소	7.19
남부도로교통사업소	7.10	도시고속도로	7.94

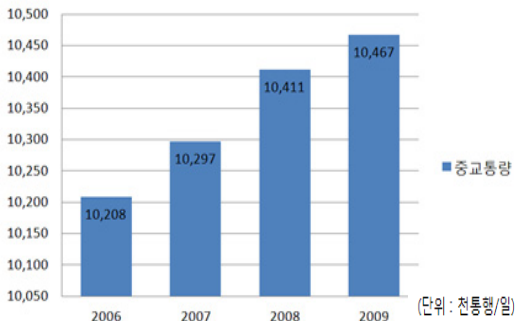
2. 서울시 도로포장의 문제점 분석

서울시 도로포장의 수명은 잦은 굴착복구, 최저가 낙찰제를 사용한 계약문제, 품질관리 미흡, PMS 구축 미흡으로 인한 객관적인 포장상태 예측이 힘든 실정이다. 현재 도로포장의 유지관리를 위해 기존 포장부에 대해 덧씌우기공법을 실시하고 있으나, 보수 예산 범위 내에서 획일적인 방식의 기능개선만 이루어지고 있는 실정이다.

1) 구조적/재료적 문제

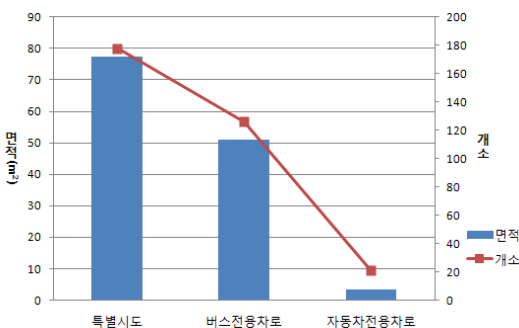
(1) 중하중(교통량)

서울시는 인구집중 현상 및 경제활동 인구의 증가로 매년 교통량이 증가하고 있으며, 기존 일반 아스팔트 포장에 설계 교통량 이상의 하중(중하중)이 반복 적용될 경우 포장의 조기파손이 발생할 수 있다. 〈그림 8〉은 연도별 교통량 자료이다.



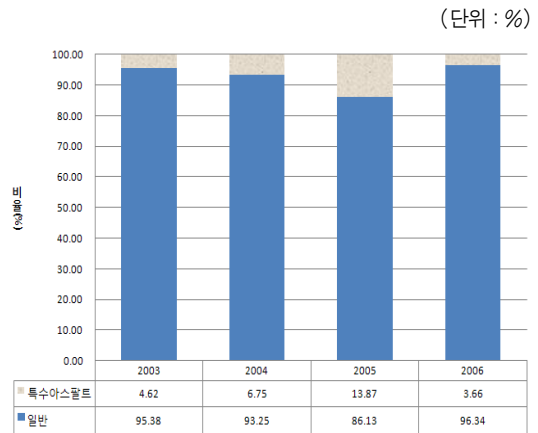
〈그림 8〉 연도별 교통량(서울시 홈페이지, 2011)

〈그림 9〉의 차로별 포트홀 발생 현황을 보면 버스전용차로의 포트홀 발생건수 및 면적이 매우 높은 것을 볼 수 있다. 이는 버스에 의한 중하중의 반복적 재하와 버스정류장에서의 단속류로 인하여 포장파손이 발생하였기 때문이다.



〈그림 9〉 차로별 포트홀 발생(서울특별시, 2010c)

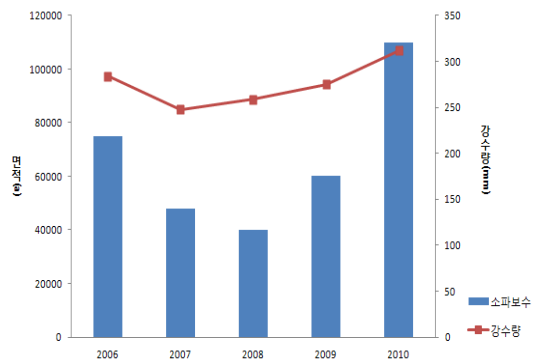
〈그림 10〉은 연도별 일반 및 특수 아스팔트 적용 비율을 나타낸 자료로 중교통도로 및 버스전용차로 구간에 비해 특수 아스팔트의 적용비율이 많이 부족하기 때문에 포장수명 확보에 많은 어려움을 겪고 있다.



〈그림 10〉 연도별 일반 및 특수 아스팔트 적용 비율(신성일·이광훈, 2008)

(2) 강수량

최근 지구온난화로 인하여 이상기온현상이 발생하면서 여름철 집중호우 및 겨울철 폭설 등으로 인한 포장파손 문제가 발생하고 있다. 〈그림 11〉은 연도별 서울시 소파보수 면적 및 강수량 자료이며, 강수량이 증가할수록 소파보수면적이 증가하고 있다. 최근 국내 기후가 아열대기후로 변하고 있어 수분에 의한 포장파손을 줄이기 위한 대책이 시급하다.



〈그림 11〉 연도별 소파보수 면적 및 강수량(기상청 홈페이지/서울특별시, 2010b)

수분손상은 물에 의해 아스팔트 도로포장의 내구성 및 강성이 감소하는 현상으로 아스팔트 또는 골재(석분, 굵은 골재, 잔골재) 사이의 부착 손실 때문에 발생한다. 이외에도 물이 아스팔트 혼합물로 침투하면서 매스틱(아스팔트와 채움재로 구성된 혼합물 상태)의 구조를 약화시키고, 여기에 반복적인 교통하중이 작용하여 수분에 점차 민감해지면서 발생한다(FHWA, 2010).

아스팔트 혼합물의 박리현상 및 포트홀 파손은 다양한 발생원인과 영향요소들이 있다. <표 3>은 수분손상 또는 파손의 발생원인 및 영향 요소들을 정리한 것이다.

<표 3> 수분손상 또는 파손의 발생원인 및 영향 요소 (황성도, 2006)

발생원인	영향요소
공동현상(Cavity)	수분, 포화도, 온도(동결 융해)
포장 배수 불량(간극수압)	수분, 수압, 포화도, 교통하중
부적절한 다짐 시공	공극, 수분(상부 유입)
골재 표면의 이물질 피복	먼지와 점토 함유량
골재의 건조 불량	골재의 수분 함유량
연질골재의 사용	골재 내구성
방수 불량 및 표면 처리 보수	수분, 증기압(하부 유입)

(3) 확실적인 덧씌우기공법

서울시 도로포장의 대부분은 20~30년 이상 된 도로가 대부분이며, 유지보수 시 파손규모에 따라 소파보수, 평삭 및 덧씌우기 등의 유지공법을 실시하고 있어 표층 이하 층에 대한 보수는 전혀 시행되지 않고 있다. 하부층이 노후화될 경우 기존 포장의 균열에 의해서 상부층에 반사균열이 작용하게 되어 덧씌우기포장의 조기파손을 야기시킨다. <표 4>는 2003년 서울시 도로보수 현황이다.

<표 4> 2003년 도로보수 현황(조병완 외, 2006)

구 분	표면 처리	소파 보수	덧씌우기	재포장	전체
보수면적(a)	39	1,003	10,707	11,350	23,099
보수비용 (백만원)	230	1,368	12,726	15,697	30,021
비율(%)	0.2	4.3	46.4	49.1	100.0

서울시에서 적용하고 있는 도로보수의 약 50.9%가 하부구조의 구조적 성능 증가 없이 기능성만을 향상시키는 공법을 사용하고 이러한 공법은 재포장의 횟수가 거듭될수록 기존 도로포장을 조기 파손시키며, 노후화를 촉진시키는 요인으로 작용한다.

(4) 생애주기비용분석을 통한 하부구조 문제점 분석

서울시 도로포장 덧씌우기공법의 문제점을 파악하기 위해 미연방도로국(FHWA : Federal Highway Administration)에서 제공하는 Real Cost Program ver 2.5를 사용하여 생애주기비용(Life Cycle Cost) 분석을 실시하였다.

Real Cost 프로그램은 크게 프로젝트 입력 단계와 대안 입력 단계로 나뉘고, 프로젝트 단계의 경우 프로젝트의 세부적 설명, 교통량, 이용자 비용, 지체 비용, 시간대별 교통류 분포 비율 등과 같은 입력변수들을 입력하고, 대안 단계의 경우 설계 포장 수명 기간의 모든 유지보수공법에 대한 자료와 함께 공사 단가, 공사 시간, 유지보수 비용 등도 입력하게 되어 있다.

이때 도심지역 양방향 4차선도로 총연장을 7mile(11.27km)로 가정하였고, 현재 서울시에서는 야간 공사를 시행하고 있기 때문에 공사시간을 야간으로 설정하여 분석을 수행하였다.

〈표 5〉는 2010년 서울시 일교통량을 나타내는 데, 이 연구에서는 금화터널의 일교통량을 초기교통량으로 산정하였으며, 교통량 입력변수는 초기교통량(AADT), 교통성장비율, 트럭비율 등으로 〈표 6〉과 같이 입력하였다.

〈표 5〉 2010년 서울시 일교통량

(단위 : 대)

구분	일교통량	구분	일교통량
퇴계로입구	70,010	자하문터널	34,678
서울역	89,588	장충체육관	84,993
정동 MBC 앞	82,911	시청역	100,436
사직터널	94,384	금화터널	71,238

〈표 6〉 교통량 입력변수(FHWA, 2010)

구분	입력변수
초기 교통량 (양방향)	72,000vpd(vehicle per day)
최대 교통량 (양방향)	140,000vpd
교통성장 비율	2.5% (최소 : 2.0, 최대 : 3.0)
자동차 비율	90%
트럭 비율	10%(5.2% singles, 4.8% combination)
대기행렬(Queue)	1,818vphpl
자유교통류 (Free-Flow)	2,158vphpl
속도제한	65mph(104.61km/h)
시공 시 속도제한	40mph(64.37km/h)

일반적으로 서울시의 경우 대부분의 도로포장은 유지보수공법으로 덧씌우기공법을 적용하고 있기 때문에 이 연구에서는 신설 도로포장에 덧씌우기공법만을 적용한 대안 1과 포장의 하부구조를 고려하여 덧씌우기공법과 재시공을 병행하여 실시하는 대안 2~대안 6과의 경제성 비교분석을 수행하였다. 〈표 7〉은 대안별 유지보수 계획을 보여주는데, 대안 1은 현재 서울시에서 적용하고 있는 획일적인 덧씌우기공법을 나타낸 것이고, 대안

2~대안 6은 공용시간이 지남에 따라 하부구조에 발생하는 파손을 고려하여 하부구조의 구조적 성능을 개선할 수 있는 재시공공법을 적용한 것으로 좀 더 객관적이고 합리적인 결과를 얻기 위한 대안으로 제시되었다.

대안 2는 2차 덧씌우기 후 재시공, 대안 3은 3차 덧씌우기 후 재시공, 대안 4는 4차 덧씌우기 후 재시공, 대안 5는 5차 덧씌우기 후 재시공, 대안 6은 6차 덧씌우기 후 재시공을 실시할 경우 대안별로 포장수명(약 40년)을 확보하는 데 필요한 비용을 분석하였다.

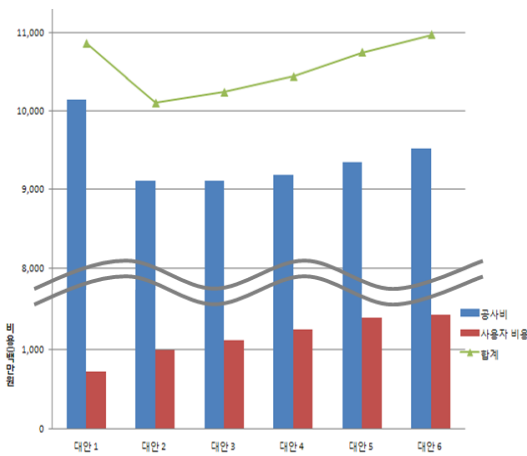
〈표 7〉 대안별 유지보수 계획

(단위 : 년)

횟수	대안 1	대안 2	대안 3	대안 4	대안 5	대안 6
신설	9	9	9	9	9	9
1	5	5	5	5	5	5
2	4	4	4	4	4	4
3	3	9 (재시공)	3	3	3	3
4	3	5	9 (재시공)	3	3	3
5	2	4	5	9 (재시공)	2	2
6	2	3	4	5	9 (재시공)	2
7	2	1	1	2	5	9 (재시공)
8	2					3
9	2					
10	2					
11	2					
12	2					
합계	40	40	40	40	40	40

서울시 도로설계 수명은 20년으로 정하고 있으나 서울시의 경우 실제로 20~30년이 지난 도로에 덧씌우기공법만을 적용하여 공용하고 있기 때문에 분석기간을 40년으로 잡았다.

결정적 접근방법으로 생애주기비용분석을 실시하였고 〈그림 12〉와 〈표 8〉과 같은 결과를 얻었다.



〈그림 12〉 대안별 비용분석 결과

〈표 8〉 대안별 유지보수 비용 비교

총비용	대안 1(서울시)		대안 2		대안 3	
	공사비 (백만원)	사용자 비용 (백만원)	공사비 (백만원)	사용자 비용 (백만원)	공사비 (백만원)	사용자 비용 (백만원)
현재 가치	10,139	728	9,207	1,005	9,244	1,141
합계	10,867		10,212		10,385	
총비용	대안 4		대안 5		대안 6	
	공사비 (백만원)	사용자 비용 (백만원)	공사비 (백만원)	사용자 비용 (백만원)	공사비 (백만원)	사용자 비용 (백만원)
현재 가치	9,277	1,270	9,342	1,405	9,599	1,460
합계	10,547		10,747		11,059	

분석 결과 가장 경제적인 보수 방법은 대안 2로서 가장 비경제적인 대안 6에 비해 약 847백만원의 경제적 이익이 발생한다.

서울시에서 적용하고 있는 대안 1의 경우 하부구조의 노후화로 인하여 40년 동안 총 12번의 유지보수가 발생하며, 많은 유지보수 횟수로 인하여 높은 공사비가 발생한다. 하지만 재시공을 하지 않아 다른 대안들에 비해 사용자 비용이 가장 낮게 측정되어, 총 공사비는 대안 6에 비해 조금 낮다. 대안 6의 경우 유지보수 시 발생하는 사용자

비용이 가장 높게 나와 전체적인 유지보수 비용이 높게 측정된다.

하부구조의 노후화를 고려한 생애주기비용 분석 결과, 현재 서울시에서 적용하고 있는 덧씌우기공법을 계속 적용할 경우 대안 2에 비해 약 655백만원의 경제적 손실이 발생하는 것으로 분석되었다.

2) 관리적 문제

(1) 예산 부족

도로는 서울시 인프라구조물의 가장 큰 부분을 차지(도로를 포함한 도시기반시설에 대한 자산가치는 69조 4,771억원)하여 매년 도로부분에서 발생하는 유지관리비용은 2020년 이후로 건설비용을 초과할 것으로 진단된다(서울시정개발연구원, 2007). 〈표 9〉는 도로관리과 포장 유지보수 세출예산을 나타낸 것이다.

〈표 9〉 도로관리과 포장 유지보수 세출예산
(서울시 홈페이지)

(단위 : 백만원)

구분	2008	2009	2010	평균
예산	27,228	55,267	23,918	35,471

〈표 10〉은 2010년 기준 서울시 도로포장 현황이며, 총 도로연장 8142.1km 및 도시고속도로 183.9km를 평균 약 350억의 도로포장 유지관리 예산으로 노후화된 도로를 효과적으로 정비하기에는 역부족이다. 시민들의 불편을 줄이고 안정성을 확보하기 위해서는 충분한 예산 확보가 필요하다.

〈표 10〉 서울시 도로포장 현황(서울시 홈페이지)

구분	도로연장(km)	도시고속도로(km)
2010년	8142.1	183.9

(2) 포장관리시스템(Pavement Management System) 관리 부족

도로포장은 생산·시공되기 시작하면서 환경적 영향(온도, 수분), 교통하중 등의 다양한 요소에 노출되며, 이로 인해 내구성 감소 및 포장 노후화가 발생하여 도로포장의 수명을 저하시키게 된다. 또한 교통수요의 증가 및 교통수단의 대형화는 도로 포장의 파손 및 노후화를 가속화시켜, 도로포장유지에 있어 기존의 방식(경험에 의한 유지관리 방법)으로는 효율적으로 관리하기가 어렵게 되었다.

이에 서울시에서는 도로포장 유지관리분야에서 합리적이고 실용적인 운영과 예산 편성의 투명성을 확보하기 위해 과학적인 분석방법인 PMS를 도입하게 되었다.

2002년부터 자동포장상태 조사장비를 사용하여 포장상태(균열, 소성변형, 종단평탄성)를 조사하고 데이터 정량화 및 포장유지관리 의사결정 용역을 시행하였으나, 장기적인 운영비용이 소요되고, 운영과 보수담당의 분리에 따른 실무와의 연계성 부족으로 인해 추가예산 소요 및 작업 지연이 발생하고 있다. 또한 매년 조사 용역업체가 변경되고, 그에 따라 장비가 변경됨에 따라 D/B 자료에 신뢰성이 결여되는 문제가 생기게 되며, D/B 구축에 문제점이 발생하게 되면 PMS의 본래 목적인 예산 절감 및 기술 발전 효과가 저감될 수 있다.

도로연장이 국토해양부 관리연장의 약 58.2%에 해당하는 데 비해 교통상황은 열악하고 네트워크 레벨의 포장상태 조사만 수행하고 있어 서울시 도로포장의 상태 진단 및 유지보수 예산집행을 수행하는 데 어려움을 겪고 있다.

(3) 품질관리 문제

① 계약 문제

현재 서울시에서 주관하는 대부분의 발주 공사는 최저가 낙찰제로 되어 있으며, 수의 계약이 아닌 일반 경쟁 입찰로 되어 있다. 따라서 어떤 업체가 신기술 또는 특허를 갖고 있다고 하더라도 수의 계약을 할 수 없도록 되어 있는 실정이다. 하지만 건설신기술을 인증해주는 국토해양부에서는 수의 계약을 할 수 있도록 규정되어 있어 건설신기술 제도에 모순이 있다.

따라서 포장 전문업체가 신기술을 개발하여도 직접 수주를 하지 못하므로 아무런 기술이 없는 업체가 공사를 수주하고 있으며, 관리비를 제외한 금액(10~30%)을 삭감한 나머지 금액으로 공사를 수행해야 하는 어려움이 있다.

② 아스팔트 플랜트의 인증 및 품질관리 체계의 문제점

국내의 아스팔트 플랜트는 지식경제부 기술표준원에서 실시하는 KS 인증을 통해 품질관리능력을 인정받는다. 이는 아스팔트 콘크리트를 사용하는 각 시공 관련 기관의 품질관리 심사 등의 절차를 생략하는 결과를 초래하였고, 실제적인 생산제품의 품질보증보다는 서류 심사를 통한 인증 절차에 주안점을 두면서 생산제품에 대한 품질관리를 등한시하는 결과를 야기하였다.

또한 아스팔트 혼합물을 생산하는 플랜트의 관리 주체의 문제점이 있다. 아스팔트 혼합물을 구매하여 사용하는 부처는 국토해양부이지만 아스팔트 플랜트를 관리하는 부처는 지식경제부 기술표준원이기 때문에 관리기관의 이원화로 인해 아스팔트 플랜트에서도 대처하는 데 있어 어려움이 있으며, 실질적으로 혼합물을 수급 받는 현장에서 도 문제가 발생하고 있는 실정이다.

이외에도 아스팔트 혼합물의 공급이 사급/관급 이냐에 따라서 또는 현장에 따라 상황이 상이하며, 가격 문제뿐 아니라 품질관리에 따른 책임 소재 등이 서로 겹쳐 있어서 이에 대한 해결 방안이 시급하다.

3. 실무자 대상 심층면접조사 및 분석

본 설문 조사는 서울시 도로포장의 수준 향상을 위한 실무자 의견을 현장 품질관리방안에 반영하기 위해 실시하였으며, 이를 통해 포장 실무에 종사하고 있는 공무원 및 기술자들의 시공 품질관리에 대한 관심 및 인식 정도를 판단하였다. 또한 설문 결과의 분석을 통해 서울시 포장도로의 개선 방안을 도출하는 기초 자료로도 활용할 수 있다.

1) 플랜트 실무자 심층면접조사 결과

포장성능 개선과 관련하여 조달체계의 개선, 혼합물의 종류 개선 등이 있었으며, 조달체계의 개선의 경우 현행 조달체계에서는 품질의 신뢰성 정도에 따라 평가의 척도가 없으며, 현실적인 단가(아스팔트 바인더 가격 변동, 골재의 품질정도에 따른 변동, 품질우수업체의 변별력 부족)의 반영이 필요하다는 의견이 나왔다. 또한 아스콘 단가의 경우 관급은 #78기준(표층) 66,764원/톤(VAT 별도), 민급의 경우 #78기준(표층) 75,000원/톤(VAT 별도)로 8,236원/톤의 차이를 보인다.

혼합물 종류의 개선에서는 현행 국내에 적용 중인 혼합물의 종류가 과거의 혼합물과 차이가 없어 변화하는 환경을 따라가기가 힘들다. 따라서 교통여건과 우수 혼합물의 개발 및 포장전문가 채용을 통하여 내구성 향상 위주의 실제적 정책이 적용되어야 한다는 의견이 있었다.

2) 시공 실무자 심층면접조사 결과

시공 현장에 도착한 아스팔트 콘크리트의 포설 전 온도를 측정하여 사용여부를 판단한다는 질문에 77%의 응답자가 한다고 대답하였고, 23%의 응답자가 하지 않는다고 대답하였다. 포설시 온도가 기준 온도에 비하여 낮을 경우 아스팔트 포장의 다짐이 제대로 이루어지지 않아 포장의 조기 파손이 야기될 수가 있고, 기준 온도보다 높을 경우 과다다짐이 발생하여 포장의 조기파손이 발생할 확률이 매우 높아지게 된다. 시공자 교육을 통해 매 단계마다 온도 점검을 강화하여야 한다.

아스팔트 포장의 포설과정에서 중요한 역할을 수행하는 페이버(Paver) 장비에 대한 실무자들의 기술 수준에 대한 설문조사 결과 응답자의 약 18%가 작동원리와 구조에 대해 모른다고 응답하였으며, 두 가지 이상의 관련 지식을 숙지하고 있는 응답자는 약 32%였다. 상대적으로 페이버의 구조와 작동원리에 대해 모르는 응답자가 적게 나오긴 했지만, 이는 아스팔트 포장의 현장 품질관리에 중요한 역할을 담당하는 포설 및 다짐공정의 적절한 시공 수준을 확보하는 데 문제점이 될 수 있는 사항이다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 각 시공 공정별 및 시공 장비별 현장 품질관리 매뉴얼 등의 실무 기술 자료의 정비가 선행되어야 한다.

시공 시 다짐횟수를 점검하느냐의 질문에 대한 결과이며, 전체 시공구간을 실시한다는 응답은 43%만 나왔으며, 다짐롤러 기사에게 맡겨 두거나 실시하지 않는다는 응답이 38%로 매우 높게 나왔다. 따라서 다짐단계별 다짐횟수 점검에 대한 규정의 강화가 필요하다.

아스팔트 포장 시공완료 후 다짐도 측정을 수행하는지에 대한 질문에 대한 응답 결과, 41%의

응답자가 수행한다고 하였고, 55%의 응답자가 수행하지 않고 있다고 하였다.

아스콘 포설 후 7일 이내에 코어를 랜덤하게 채취하여 공사감독관에게 제출하는가 라는 질문에 73%의 응답자가 제출을 한다고 대답하였고, 18%의 응답자가 제출을 하지 않는다고 대답하였다. 규정상 7일 이내에 코어를 채취하여 공사감독관에게 제출하게 되어 있지만 18%의 응답자가 수행하고 있지 않아 규정 강화가 필요하다.

포장성능 개선 관련 의견으로 도로별 교통량이 다르므로 교통량별, 버스전용차로 및 일반차로별 등으로 하자보수기간을 다르게 적용해야 한다는 의견이 나왔으며, 현 여건상 현장과 플랜트의 거리가 매우 멀기 때문에 아스콘의 온도 관리가 필요하다는 의견이 있었다.

3) 감리 실무자 심층면접조사 결과

감리분야에 종사하는 실무자를 대상으로 한 심층면접조사를 실시하였으며, 아스팔트 포장에 대한 체계적인 교육을 받았는지에 대한 조사를 실시하였고, 38%의 응답자가 아스팔트 포장에 대해 체계적인 교육을 받지 못하여 감리 수행업무에 문제점이 발생할 수 있다.

아스팔트 포장 관련 시공업무를 수행하면서 해당 현장에 납품하는 아스팔트 플랜트에 대한 현장 실사의 횟수를 묻는 응답에서 약 20%가 현장 실사를 하지 않는 것으로 나타났으며, 37%는 건당 1회 정도의 현장 실사만을 실시하는 것으로 응답하였다. 현장 실사를 하지 않는 응답의 경우에는, 관급으로 아스팔트 콘크리트를 공급받는 현실에서 품질관리 책임을 생산자에게 위임함에 따른 결과로 판단된다.

시공 공정별 아스콘 온도 점검 여부에 대한 심

층면접조사 결과, 76%의 응답자가 점검을 수행한다고 응답하였고, 24%의 응답자가 점검을 하지 않는다고 응답하였다. 다짐별 다짐횟수 점검 여부에 대한 심층면접조사 결과, 21%의 응답자가 점검을 하지 않는다고 대답하였다. 온도 및 다짐 횟수의 점검은 도로포장의 품질 확보를 위해 매우 중요한 요소이므로, 이에 대한 교육 및 대책 마련이 필요하다.

아스팔트 시공 시 아스콘 시료 채취에 대한 심층면접조사 결과, 66%의 응답자가 시료를 채취한다고 하였고, 34%의 응답자가 시료를 채취하지 않는다고 하였으며, 채취 장소로는 플랜트(7%), 차량(34%), 도로(31%)로 나왔다. 아스콘 채취는 도로포장에 문제가 발생하였을 경우 문제점을 찾을 수 있는 중요한 요소로 이용되기 때문에 중요하다.

마지막으로 포장성능 개선과 관련된 의견으로 감독의 포장에 대한 전문지식 교육 강화, 전문지식을 습득한 기술자의 인사이동 자제, 서울시내 포장공사별 시방서 연구가 필요, PMS 확대 추진, 야간공사로 인한 포장 품질확보의 어려움이 있어 주간 공사를 실시해야 한다는 의견 등 다양한 의견이 있었다.

III. 결론

본 연구는 서울시 도로포장 관리 현황 및 문제점에 대해 파악하고 평가하고자 수행되었으며 주요 결과는 다음과 같다.

1) 서울시 도로는 기존 일반 아스팔트 포장에 설계 교통량 이상의 하중(중하중)이 반복 적용되면서 도로파손이 발생하고 있으며, 특히 중앙버스 전용차로 및 버스정류장에서의 단속류로 인한 도

로포장 파손이 많이 발생하고 있다.

2) 최근 국내 기후가 아열대기후(여름철 집중호우)로 변하고 있어 수분에 의한 포장파손을 줄이기 위한 대책이 필요하다.

3) 서울시에서 적용하고 있는 도로보수의 약 50.9%가 하부구조의 구조적 성능의 증가 없이 기능성만을 향상시키는 공법을 사용하고 있으며, 이로 인하여 포장의 노후화를 촉진시켜 도로포장의 조기파손을 일으키고 있다.

4) 설문조사 결과 플랜트, 시공, 감리 각 분야의 실무자에 대한 교육의 강화가 필요하며, 교통여건과 우수 혼합물의 개발 및 포장전문가 채용을 통하여 내구성 향상 위주의 실제적 정책 적용이 요구된다.

참고문헌

기상청, 2010, 『2010 이상기후 특별보고서』.
 서울시설안전공단, 2011, 『2011년 자동차전용도로 수방업무 매뉴얼』.
 서울특별시, 2009, 『서울시도 포장도로 조사 및 분석 용역 최종보고서』.
 _____, 2010a, 『동절기 포장도로 포트홀 발생원인 및 대책방안』.

_____, 2010b, 『아스팔트 포장도로 포트홀 발생현황 및 일상 유지관리 대책 검토』.
 _____, 2010c, 『중앙 버스전용차로 포트홀 발생원인 분석결과』.
 신성일 · 이광훈, 2008, 『자산관리시스템을 통한 서울시 도로시설물 관리 전략』, 서울시정개발연구원.
 이광훈 · 강영욱, 2007, 『서울시 도로관리체계 개선방안』, 서울시정개발연구원.
 조병완 · 태기호 · 김도근, 2006, “대도시 혼잡구간의 아스팔트 포장에 대한 경제성 분석 모델 연구”, 『대한토목학회논문집』, 제26권 제5D호.
 한국도로학회, 2005, 『서울시 포장도로 수주향상 방안 연구 용역』.
 황성도, 2006, “아스팔트 혼합물의 수분손상이 재료 물성과 피로균열 저항성에 미치는 영향”, 경희대학교 대학원 박사학위논문.
 Federal Highway Administration(FHWA), October 2010, *Life-Cycle Cost Analysis-RealCost User Manual*, Office of Asset Management.
<http://ush.seoul.go.kr/>
<http://www.fhwa.dot.gov/>
<http://www.kma.go.kr/>(기상청 홈페이지)
<http://www.seoul.go.kr>

원 고 접 수 일 : 2012년 3월 8일
 1차심사완료일 : 2012년 3월 23일
 최종원고채택일 : 2012년 4월 4일