

요약 및 정책건의

I. 연구의 개요

1. 연구의 배경

- 서울시 도심부 도로에서는 산업화로 인한 경제 인구의 증가로 교통량이 증가하고 있는 추세이며, 중앙버스전용차로 도입 이후 버스전용차로에 중하중(버스 하중)이 집중적으로 발생하면서 포장파손이 촉진
 - 최근 이상기온 현상으로 인한 동결기의 폭설과 해빙기의 큰 일교차 및 집중호우 등으로 인한 포장파손 발생
- 특히 서울시 간선도로 대부분은 최초 건설 후 20년 이상 공용(公用) 중으로 포장의 노후화가 매우 빠르게 진행되고 있는 상황
 - 아스팔트 포장의 최초 설계수명이 20년임에도 불구하고 실제 공용 중인 도로의 재포장주기는 5~10년 정도
 - 도심부 도로포장의 특성상 도로의 노후화와 교통량 증가, 그리고 잦은 굴착 복구의 영향으로 포장의 수명을 유지하기 매우 힘든 상황을 반증
- 도로는 서울시 인프라구조물의 가장 큰 부분을 차지(도로를 포함한 도시기반시설에 대한 자산가치는 69조 4,771억원)하며 매년 도로부분에서 발생하는 유지관리비용은 2020년 이후로 건설비용을 초과할 것으로 진단됨
 - 도시교통본부 유지관리 예산은 2001년 24.76%에서 2008년 15.84%로 감소
 - 2008년 도로시설물 관리 예산은 2400억원으로 2001년 3036억원 대비 80%에도 못 미치는 상태
- 도로포장관련 비용은 재포장, 긴급복구, 도로상의 공사, 안전사고 방지 등 도로시설 관리 및 교통흐름의 억제에 의한 교통혼잡 비용과 함께 발생함

- 서울시 포장관리시스템(PMS : Pavement Management System)이 활성화되어 있지 않아 많은 유지비용이 소모되고 있음
- 이로 인한 잦은 긴급복구 때문에 교통혼잡 비용 및 민원 발생이 증가
- 그러므로 서울시 도로포장 유지관리 정책은 이러한 기조로서 재료의 품질 관리 방안, 효율적인 포장관리시스템(PMS) 운영 방안, 예방적 유지보수공법의 도입 방안 등에 대한 관리정책 필요

2. 연구의 목적

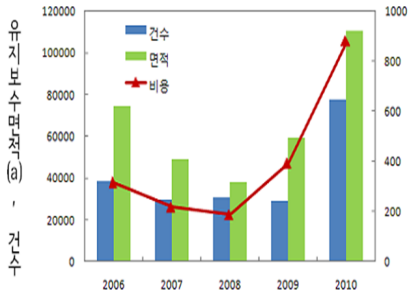
- 이 연구는 서울시 통합 도로포장 관리정책 개발방안을 제시하기 위하여 포장관리시스템(PMS)을 이용하여 서울시 도로포장의 문제점을 분석하고, 선진 도로포장 사례분석을 통하여 서울시에 적합한 대안들을 도출함. 또한 실무자 심층면접조사를 실시하여 현실적인 접근을 시도하였으며, 서울시 도로포장 개선을 위해 구조적/재료적 측면과 관리적 측면에서 정책방향을 제시
- 공간적 범위는 총 연장 1,932km 도로구간이며 포장파손의 발생 원인을 중심으로 기술
- 시간적 범위는 2008년부터 현재까지이며 서울시 포장관리 현황과 선진 포장관리 자료를 이용

Ⅱ. 연구의 주요 내용

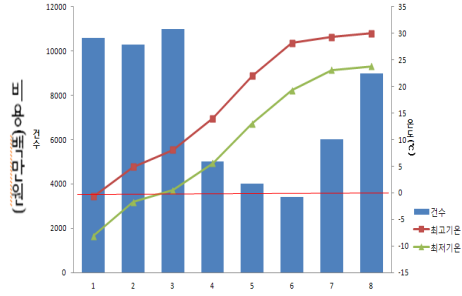
1. 서울시 도로포장 현황 및 문제점

- 최근 여름철 집중호우(장마 등) 및 겨울철 폭설 등의 이상기후로 인하여 서

울시 포장파손이 가속화되고 있으며, 이에 따른 비용이 증가
 -월별 온도에 따른 소파발생량을 보면 1~3월에 소파발생이 집중적으로
 발생하는 것으로 나타나 해빙기의 온도변화가 도로포장의 파손을 가속
 화시킬 가능성이 큰 것을 확인

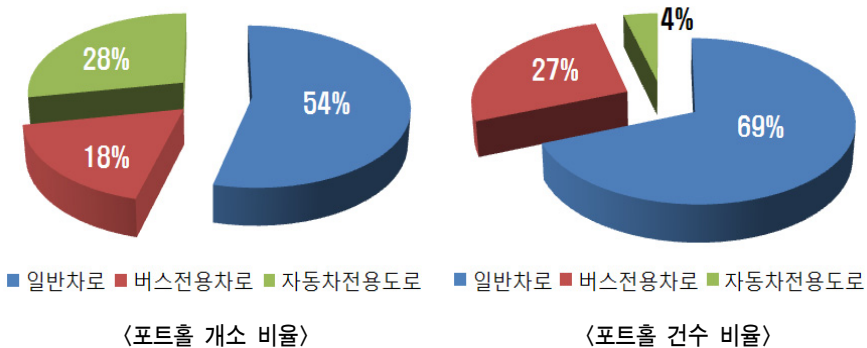


〈그림 1〉 소파보수 면적/건수 및 비용



〈그림 2〉 월별 온도 및 소파발생량

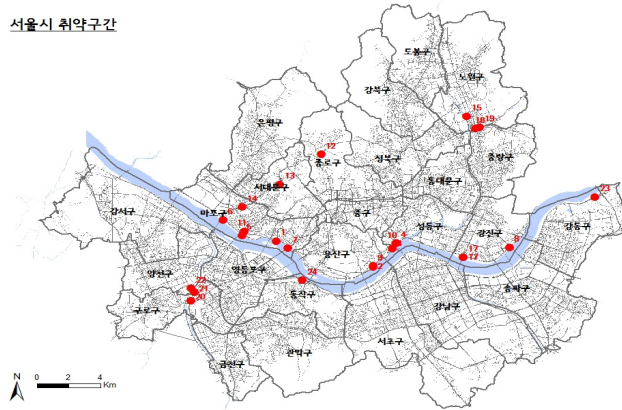
○2004년 서울시 대중교통체계 개편 작업과 함께 중앙버스차선 제도가 도입
 된 이래로 버스전용차로에 중하중(버스 하중)이 집중되면서 포장파손(소성
 변형)이 발생하여 조기 포장파손 발생



〈포트홀 개수 비율〉

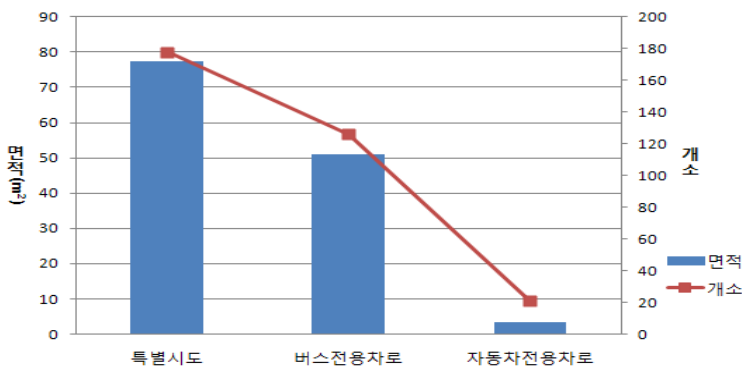
〈포트홀 건수 비율〉

〈그림 3〉 2009년 1월 포트홀 발생 및 보수실적



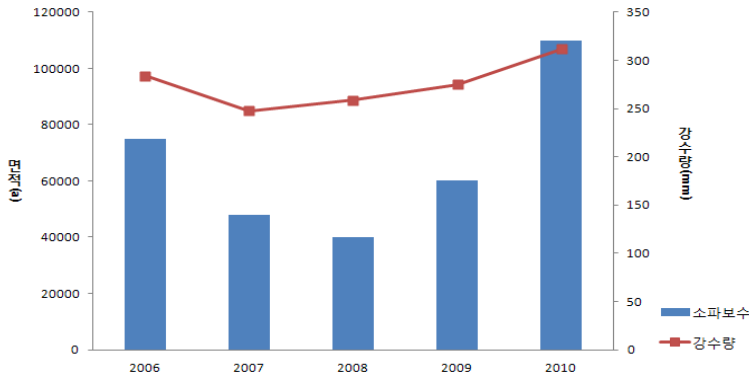
〈그림 4〉 서울시 도로포장 취약구간

- 2009년 “서울시 포장도로 조사 및 분석 용역”을 통해 163개 노선 총 연장 1,932km에서 포장조사 실시
 - 균열률 3.64%, 소성변형 발생량 5.15mm, 종단평탄성(IRI) 3.08m/km
- 차로별 포트홀(pothole) 발생 현황을 보면 버스전용차로의 포트홀 발생 수 및 면적이 매우 높으며, 이는 버스에 의한 중하중의 반복적 재하와 버스정류장에서의 단속류로 인하여 포장파손이 발생하기 때문임



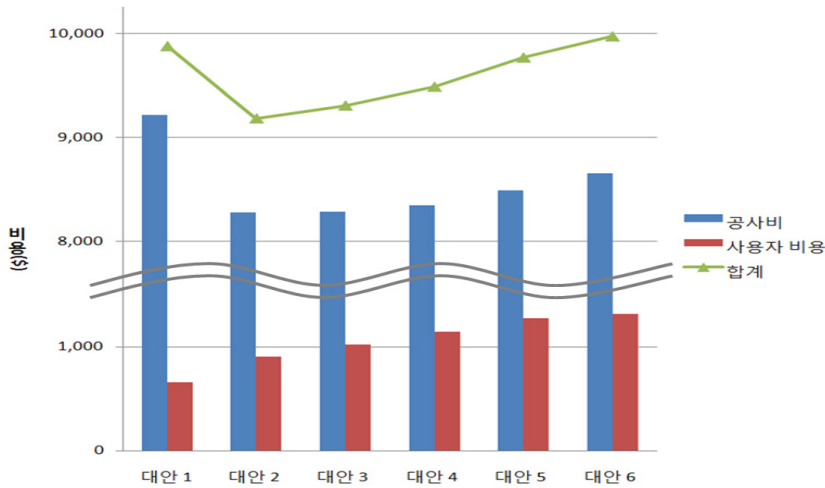
〈그림 5〉 차로별 포트홀 발생

- 연도별 서울시 소파보수 면적 및 강수량을 비교해보면 강수량이 증가할수록 소파보수 면적이 증가
 - 최근 국내 기후가 아열대기후로 변하고 있어 수분에 의한 포장파손을 줄이기 위한 노력이 필요



〈그림 6〉 연도별 소파보수 면적 및 강수량

- 서울시 도로포장 대상의 대부분이 20~30년 이상 된 도로가 대부분이며, 유지보수 시 파손 규모에 따라 소파보수, 평삭 및 덧씌우기 등의 유지공법을 실시하고 있으나 기층 이하 층에 대한 보수는 전혀 시행되고 있지 않음
 - 하부층이 노후화될 경우 기존 포장의 균열에 의해 상부층에 반사균열이 발생하여 덧씌우기 포장의 조기 파손을 야기
- Real Cost 프로그램을 사용하여 덧씌우기 유지보수 공법과 하부 층을 고려한 유지보수공법과의 생애주기비용 분석을 실시
 - 대안 2(하부층 고려)가 가장 경제적인 유지보수 공법
 - 대안 1(덧씌우기 유지보수 공법)보다 대안 2가 경제적



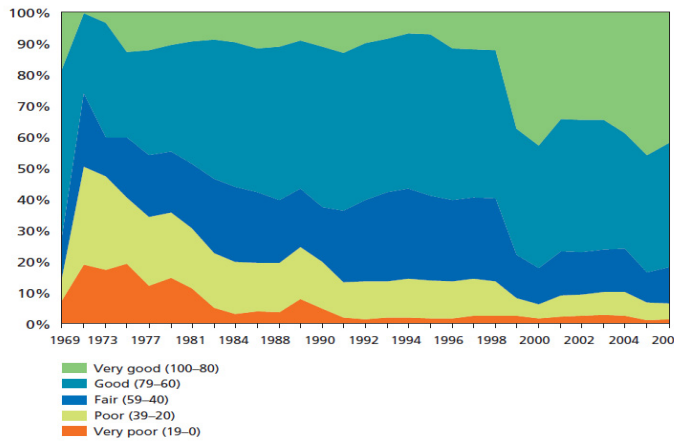
〈그림 7〉 대안별 비용분석 결과

- 총 도로연장 8,142.1km 및 도시고속도로 183.9km 중 노후화된 구간을 연 평균 약 350억원의 도로포장 유지관리 예산으로 효과적으로 정비하기에는 역부족
- 서울시 도로연장이 국토해양부 관리연장의 약 58.2%에 해당하는데 비해 교통상황은 열악하여, 네트워크 레벨의 포장상태 조사만으로는 서울시 도로포장의 상태 진단 및 유지보수 예산집행이 어려움
 - 자동포장상태조사장비는 포장의 하부구조 상태에 대한 진단을 할 수 없으므로 GPR(Ground Penetrating Radar), FWD(Falling Weight Deflectometer) 등 비파괴 시험장비 도입 필요
- 서울시가 주관하는 대부분의 발주 공사는 최저가 낙찰제로 되어 있으며, 수의 계약이 아닌 일반 경쟁 입찰로 되어 있어 많은 문제점 발생
 - 신기술을 개발해도 직접 수주를 하지 못하는 포장 전문업체 대신 아무런 기술이 없는 업체가 공사를 수주하여 품질 관리에 어려움
 - 아스팔트 혼합물을 관급으로 지정할 경우 시공업체와 생산업체가 서로 분리되어 계약하므로 포장 품질에 문제가 발생하면 책임 회피 우려

- 플랜트, 시공, 감리 심층면접조사 결과 온도관리, 다짐횟수 관리 등의 문제가 있는 것으로 확인되었으며, 세 분야 모두 포장 전문인력이 부족한 것으로 나타나 품질 확보에 많은 어려움 발생

2. 선진 도로포장 사례 연구

- 대부분의 선진국들은 30~40년 전에 PMS에 대한 연구를 시작하였고 많은 데이터를 구축
 - 워싱턴 주정부의 경우 1970년 포장조사 결과 양호구간의 비율이 약 50%였는데, 2005년 포장조사 결과 양호구간의 비율이 93.5%로 증가



자료 : FHWA, 2008

〈그림 8〉 연도별 포장상태 변화

- 도로 사업에 대한 예산이 감소하고 교통량이 증가함에 따라 도로포장의 서비스 상태 및 수명을 개선시키기 위한 많은 연구가 진행되고 있음
 - 적은 비용으로 도로포장의 수명을 개선시키기 위해 다양한 예방적 유

지보수 공법이 개발되었으며, 칩실, 실코트, 크랙필링, 슬러리실 등이 많이 사용됨

—미국 조지아교통국(Georgia DOT)의 경우 도로포장의 품질 향상을 위해 중·경하중에 대한 아스팔트 도로포장 가이드라인을 제시해 교통량에 따라 아스팔트를 다르게 적용

○도로포장의 공용성 확보를 위해 아스팔트 덧씌우기 공법이 가장 많이 사용되고 있으나, 기존 포장의 파손(패칭, 균열 등)을 확실히 제거하지 않고 덧씌우기할 경우 조기 포장파손이 발생하므로, 이를 방지하기 위한 다양한 공법이 적용 중임

—보통 아스팔트 기층 시공에 많이 사용되며 기존 아스팔트 포장의 내구성을 강화할 수 있는 CIR(Cold in-place Recycling)공법

—응력흡수 및 방수 기능이 있는 멤브레인층을 두는 Reinforced Fabrics 공법

—기존 포장의 균열 면과 아스팔트 덧씌우기 포장의 중간에 시공하는 Stress Relief Course 공법

○보증제도는 조기 파손으로부터 포장을 보호하고 포장의 공용성을 개선시키며, 잦은 시공을 줄이기 위해 도입

—이 제도는 크게 재료 및 기술에 대한 보증과 공용성에 대한 보증으로 나뉘며, 재료 및 기술에 대한 보증은 2~4년의 보증 기간을 갖고, 공용성 보증은 단기 5~10년, 장기 10~20년의 보증 기간을 갖음

—유럽의 경우 1~4년의 재료 및 기술적 보증을 적용하고 있으며, 대부분 5년의 공용성 보증을 갖고 있고, 설계수명이 5년보다 클 경우 러팅, 균열, 내구성, 평탄성, 미끄럼 저항성 등의 공용성 평가를 통해 계약자에게 과도한 짐이 되지 않는 선에서 보증 수명을 책정

Ⅲ. 정책제언

1. 포장의 구조적 개선방안

- 중교통 도로에 대한 대책방안은 버스전용차로가 대상이 되며, 버스전용차로의 경우 당초 이러한 용도로 설계 및 시공되지 않은 도로를 활용함으로써 구조적 지지력(아스콘 단면두께 부족)이 부족한 구간이 대부분임. 따라서 버스전용차로에 대한 구조적 지지력을 조사 평가하고 적정 포장두께를 설계한 다음 지지력 보강을 위한 포장두께를 확보하는 사업이 필요
- 서울시에는 경하중에 대한 시방서는 있으나 중하중에 대한 시방서는 없는 상황이므로 중하중에 대한 시방기준이 중요
- 국내 기후를 고려하지 않은 시방서로 인하여 아스팔트 도로포장의 수분저항성이 많이 떨어져 이에 대한 개선이 필요하고, 아스팔트 혼합물 생산 시 박리방지제 첨가가 요구되며, 이에 따른 연구도 시급
- 서울시에서는 도로의 유지보수를 위하여 획일적인 덧씌우기 공법을 주로 사용하고 있어 하부층(기층 등)이 많이 노후화된 상태(20년 이상)임. 노후화된 포장의 균열에 의한 반사균열은 공용수명을 감소시키고, 잦은 덧씌우기 유지보수 때문에 예산낭비가 발생하고 있으므로 포장관리시스템을 이용한 생애주기비용 분석이 바람직

2. 계약제도의 개선

- 계약발주제도 : 공사시행부서에서 공종별 권역별 통합발주 시행안 검토를 통해 관리업무 경감 및 현장감독 현실화로 공사의 품질 향상을 도모하고 소규모 전문건설업체의 통합 및 대형화로 기술력 향상을 추구하며, 실적 평가를 통해 우수업체의 참가를 장려
- 보증제도 : 현재 서울시에서는 최저가 낙찰제를 적용하고 있으며, 보증 기

간은 2년으로 매우 짧은 상황임. 이에 따라 서울시 도로포장의 성능이 저하될 우려가 있으므로 성능중심의 평가기준을 제시하고, 도로포장의 품질 확보를 위해 하자보수 기간을 장기화(5년)하는 방안을 제시

- 인센티브제도 : 국내에는 2,200여개의 포장 전문 시공회사가 있고, 플랜트 업체의 수가 500여개 있음. 그러나 포장 전문 인력은 매우 미미한 상황이라서 아스팔트 포장이 제 수명인 10년을 다 하지 못하고 있기 때문에 공사 준공 시 시공을 잘 수행한 업체 또는 플랜트에게 다음 공사 입찰 때 가점을 주어 전반적인 포장 업체의 시공 수준 향상을 유도
- 지불 규정 제도의 도입 : 공사를 준공할 때 포장의 성능 인자(두께, 밀도 등)를 실험하여, 시방 기준에 못 미치게 되면 그만큼 포장체의 수명이 줄어들므로, 이에 대한 공사 금액을 감액하여 품질 향상을 유도

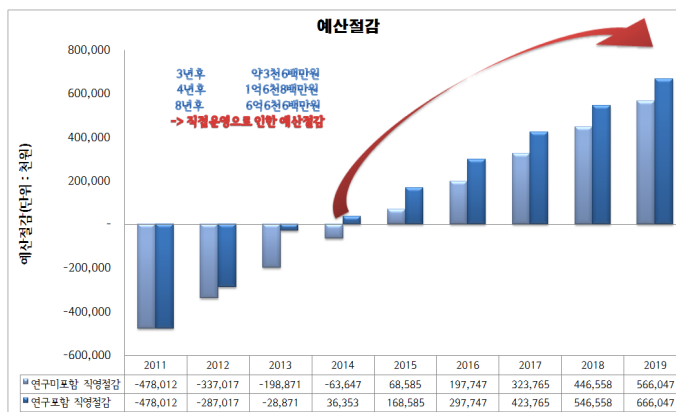
3. 품질관리의 개선

- 품질관리 전문 감리제도 : 생산 및 시공 품질관리에 대한 외부자문 또는 전문 감리 시스템을 구성하여, 아스팔트 플랜트 생산 및 시공현장 위탁 전문 감리를 통한 품질관리를 강화하거나, 포장 담당직원과 합동 감리수행으로 직원의 품질관리 능력 함양 유도
- 품질시험 인력 확충 : 전체 서울시 포장 사업에 대한 계획을 수행하기 위한 인력이 필요하며, 지역별 관리사업소에서는 포장 사업을 시행하는 데 있어 품질관리를 철저히 수행하기 위한 전문인력도 필요
- 품질관리 D/B 구축 : 플랜트 및 현장에서의 구간별 품질관리 자료를 D/B 화함으로써, 향후 포장 상태가 변화될 때 원인 등을 체계적으로 판단할 수 있는 근간 마련
- 품질관리 전문인력의 보완 : 관리사업소에는 전문 인력이 거의 없는 수준이므로 본부에 포장 분야에 대한 기획 및 관리를 위한 전문팀이 구성되어

- 야 하고, 사업소별로 최소 2인 이상의 전문인력 배치
- 품질관리 교육 실시

4. 포장관리시스템(PMS) 개선

- PMS의 합리적 운영 : 단년도 최저가 입찰 계약에 따라 매년 업체가 바뀌고, 장비도 변경되고 있는 상황임. 어느 업체든 일정 수준 이상의 장비를 구축하고 운영할 수 있도록 만들거나, 최소 3년간은 일정 기관에서 운영할 수 있도록 장기 계약을 할 필요가 있음. 또한 네트워크 레벨뿐 아니라 프로젝트 레벨의 PMS도 반드시 구축해야 함
- 예산절감 : 자동 포장조사장비 직접운영 시 연도별 예산절감효과가 있으며, 3년 후부터 연구 포함 직영 시 우수인력과 장비를 갖춘 서울시 도로포장 유지관리 전문팀 운영으로 약 3,600백만원의 예산절감 효과가 있음. 또한 우수인력 확보로 도로포장 성능향상 프로젝트의 관리 및 서울시 도로포장 재료 및 시공 품질관리 전문요원으로 근무가 가능하므로 업무의 효율성이 뛰어남



〈그림 9〉 자동 포장조사장비 직접운영 시 연도별 예산절감효과

5. 인력양성

- 포장관련 인력 양성의 현황을 보면 국내에서는 포장관련 교육 프로그램이 전무한 편이며, 아스콘 플랜트의 경우 KS의 인증을 받기 위해 받는 교육이나 공무원 교육원 등에서 단편적으로 2~3시간씩 받는 교육이 거의 전부인 실정임. 도로포장이 전문성을 요구한다는 점을 인식하고, 이에 대한 주기적 교육 및 인증이 필요하며, 도로포장 산업기사제도 및 기사제도화도 필요