

# 아스팔트포장의 유지관리 현황

이 경 하\* · 유 평 준\*\* · 류 명 찬\*\*\*

## 1. 고속도로의 유지관리

우리나라는 1960년대말 제 1차 경제개발 5개년 계획의 성공적인 추진으로 근대화, 산업화 사회를 열게되었다. 이에 따라 종래 철도중심의 운송체제로는 경제발전과 함께 급증하기 시작한 수송수요를 감당하기 어려워졌고, 이에 정부는 물류기능을 강화한 산업도로의 건설을 모색하게 되었다. 정부주도로 고속도로 건설계획을 수립한 우리나라는 1967년 경인고속도로를 시작으로 1968년에는 경부고속도로 건설에 착공, 고속도로시대를 열기 위한 첫걸음을 내디뎠다. 1968년 경인고속도로를 개통함으로써 고속도로시대를 연 우리나라는 이듬해인 1969년 한국도로공사법을 공포하고 그 법이 정한 바에 따라 고속도로를 건설유지관리하는 조직으로 한국도로공사를 설립하였다. 곧이어 경부고속도로를 개통함으로써 본격적인 고속도로시대의 개막을 맞게 됐다.

개통예정인 고속도로의 연장은 신설이 405km이고 확장이 138km이다. 특히 올해는 많은 고속도로 노선이 표 2와 같이 준공되어 교통지정체 해소에 상당한 기여를 할 것으로 기대된다.

표 1. 고속도로 관리연장

|     |         |
|-----|---------|
| 총연장 | 2,040km |
| 8차로 | 176km   |
| 6차로 | 175km   |
| 4차로 | 1,322km |
| 2차로 | 367km   |

표 2. 2001년 개통 및 개통예정 고속도로

| 구분 | 노선명    | 구간     | 연장(km) | 개통시기(월) | 차로수    |
|----|--------|--------|--------|---------|--------|
| 신설 | 계      |        | 404.6  |         |        |
|    | 중앙선    | 풍기-계천  | 50.5   | 11      | 4      |
|    |        | 원주-홍천  | 42.5   | 7       | 4      |
|    | 서해안선   | 당진-서천  | 103.7  | 9       | 46     |
|    |        | 군산-무안  | 114.3  | 12      | 4      |
|    | 중부내륙   | 상주-구미  | 32.1   | 9       | 4      |
|    | 대전-진주  | 무주-함양  | 59.4   | 11      | 4      |
|    | 서울외곽순환 | 신평-일산  | 2.1    | 9       | 8      |
| 확장 | 계      |        | 137.5  |         |        |
|    | 중부선    | 하남-호법  | 40.7   | 11      | 4→8,10 |
|    | 영동선    | 신갈-안산  | 23.2   | 5       | 4→6,8  |
|    |        | 횡계-강릉  | 26.5   | 11      | 2→4    |
|    | 동해선    | 강릉-주문진 | 15.4   | 11      | 4      |
|    | 남해선    | 내서-냉정  | 31.7   | 10      | 4→8    |

### 1.1 관리조직 및 연장

고속도로의 관리연장은 표 1과 같이 총 2,040km로 오는 2004년까지 총 20개 노선 1,920km의 고속도로를 신설하는 한편 전국 12개 구간에서 568km의 고속도로를 확장하는 사업이 추진되며 올해

\* 정희원 · 한국도로공사 도로연구소 책임연구원(khlee@freeway.co.kr)

\*\* 정희원 · 건설기술연구원 토목연구부(pju@kict.re.kr)

\*\*\* 정희원 · 명지전문대학교 토목과 조교수(mcroo@mail.mjc.ac.kr)

고속도로를 건설, 유지관리하는 조직인 한국도로공사는 납입자본금의 84.7%를 정부가 투자하는 주식회사형태의 정부투자기관이다. 한국도로공사의 건설유지관리 조직은 표 3과 같으며 본사의 조직으로써 도로본부는 공용중인 고속도로의 유지관리 업무를, 건설본부는 고속도로 신설노선의 건설업무를 담당한다. 기술본부는 고속도로 계획노선의 설계업무 및 확장, 민자업무를 담당하며 도로연구소는 도로관련연구의 업무를 담당하고 있다.

표 3. 한국도로공사의 건설유지관리 조직

| 기 관         | 건설 및 유지관리 관련부서          |
|-------------|-------------------------|
| 본사(1개소)     | 도로본부, 건설본부, 기술본부, 도로연구소 |
| 건설사업소(14개소) | 공사부, 품질관리부              |
| 지역본부(6개소)   | 도로부, 공사부                |
| 지사(35개소)    | 도로과                     |

현재 관리중인 고속도로의 노선별 연장은 표 4와 같으며 아스팔트포장은 전체 포장중에서 41%를 차지하고 있는데 표 5는 아스팔트 포장의 고속도로 노선별 포장단면이다. 현재 국내의 고속도로는 시멘트 콘크리트포장이 아스팔트 콘크리트포장보다 관리연장이 많으며 현 추세로는 신설노선은 연약지반을 제외하고는 대부분 시멘트 콘크리트포장으로 건설될 예정이다.

표 4. 노선별 연장

| 노선명    | 연장 (km) | 노선명     | 연장 (km) |
|--------|---------|---------|---------|
| 경부선    | 426.3   | 서울외곽순환선 | 89.3    |
| 경인선    | 24.0    | 서해안선    | 117.9   |
| 호남선    | 249.0   | 신갈-안산선  | 23.8    |
| 영동선    | 195.8   | 대전남부순환선 | 2.4     |
| 동해선    | 41.7    | 중앙선     | 176.2   |
| 남해선    | 190.5   | 제2경인선   | 15.5    |
| 구마선    | 82.4    | 서울-안산선  | 14.8    |
| 울산선    | 14.3    | 대전-통영선  | 58.0    |
| 88올림픽선 | 182.9   | 부산-대구선  | 17.9    |
| 중부선    | 117.8   |         |         |

표 5. 노선별 포장단면 (건설당시 기준)

| 구분    | 노선명   | 구간     | 표층  | 중간층 | 기층    | 보조기층  | 동상방지층 |
|-------|-------|--------|-----|-----|-------|-------|-------|
| 신설    | 경부    | 서울-부산  | 2.5 | 5   | 15    | 40    | -     |
|       | 경인    | 서울-인천  | 2.5 | 5   | 15    | 37.5  | -     |
|       | 호남    | 대전-진주  | 5   | -   | 15    | 30    | -     |
|       |       | 진주-순천  | 3.5 | 0-4 | 10-12 | 25-35 | 12-17 |
|       | 남해    | 부산-순천  | 3.5 | 0-4 | 10-15 | 25-37 | -     |
|       | 영동    | 신갈-새말  | 5   | -   | 15    | 30    | -     |
|       |       | 새말-강릉  | 5   | -   | 10-12 | 20    | 33-41 |
|       | 동해    | 강릉-동해  | 5   | -   | 12-20 | 20-25 | 13    |
|       | 구마    | 대구-마산  | 5   | -   | 14-19 | 40    | -     |
|       | 인양-울산 | 인양-울산  | 2.5 | 5   | 15    | 40    | -     |
|       | 부산-마산 | 부산-마산  | 5   | -   | 25    | 35    | -     |
|       | 부산-대구 | 부산-대구  | 5   | -   | 25    | 35    | -     |
|       | 외곽순환  | 안양-경수  | 5   | -   | 28    | 25    | 22    |
|       |       | 서운-김포  | 5   | -   | 28    | 25    | 22    |
|       |       | 인천-안산  | 10  | -   | 25    | 45    | -     |
| 서해안   | 서천-군산 | 5      | -   | 20  | 25    | 20    |       |
|       | 제2경인  | 서창-석수  | 10  | -   | 30    | 40    | -     |
| 남해3지선 | 하동-광양 | 7      | -   | 20  | 30    | -     |       |
| 확장    | 경부    | 양재-수원  | 10  | -   | 25    | 45    | 15-20 |
|       |       | 수원-청원  | 10  | -   | 20    | 35    | 15-20 |
|       | 경인    | 신월-서인천 | 10  | -   | 25    | 25    | 15    |
|       |       | 서인천-인천 | 10  | -   | 25    | 25    | 15    |
|       | 남해    | 옥포-내서  | 10  | -   | 25    | 30    | -     |
|       |       | 이현-성서  | 5   | -   | 25    | 35    | -     |
|       |       | 냉정-구포  | 10  | -   | 25    | 30    | -     |
|       | 영동    | 새말-월정  | 4   | 4   | 25    | 27    | 60    |

## 1.2 노선별 유지보수실적

고속도로의 아스팔트 포장의 유지보수는 크게 절삭덧씌우기와 덧씌우기, 그리고 팻칭으로 나뉘어진다. 그 외에 표면처리공법 등을 사용하기는 하나 중차량 통행이 많은 고속도로의 특성상 사용이 극히 제한적이다. 표 6은 고속도로의 노선별 유지보수실적이다. 그림 1은 보수공법별로 년도별 예산실적을 나타낸 것으로서 고속도로에서는 최근 타보수공법보다 절삭덧씌우기가 훨씬 많은 비

율을 차지하는 것으로 나타났다.

표 6. 노선별 유지보수실적 (99년기준)

| 노 선   | 절삭덧씌우기<br>(km, 1차로) | 덧씌우기<br>(km, 2차로) | 팻칭<br>(m <sup>2</sup> ) |
|-------|---------------------|-------------------|-------------------------|
| 계     | 220.6               | 35.7              | 47,471                  |
| 경부    | 158                 | 8.6               | 21,184                  |
| 경인    | 1.0                 | -                 | 571                     |
| 호남    | 24.2                | 17.7              | 6,776                   |
| 영동    | -                   | -                 | 94                      |
| 동해    | -                   | -                 | 2                       |
| 남해    | 9.0                 | 8.8               | 2,016                   |
| 구마    | 13.8                | -                 | -                       |
| 울산    | -                   | 0.5               | -                       |
| 88울림궤 | -                   | -                 | 16                      |
| 중부    | -                   | -                 | 12,442                  |
| 외곽순환  | 14.6                | -                 | 947                     |
| 서해    | -                   | -                 | 1,598                   |
| 신갈-안산 | -                   | -                 | 1,500                   |
| 중앙    | -                   | 0.1               | -                       |
| 대전-통영 | -                   | -                 | 15                      |
| 부산-대구 | -                   | -                 | 310                     |

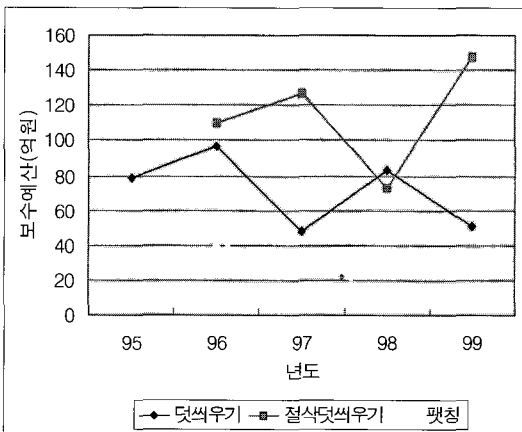


그림 1. 보수공법별 보수예산실적

### 1.3 고속도로의 유지보수

고속도로 포장유지보수공사에 소요되는 아스팔트는 전지역을 AP-5(AC60-80)를 사용하도록 하

고 있다. 과거에는 정읍-왜관 등온선을 경계로 하여 이북은 AP-3(AC80-100)을 사용하고, 이남은 AP-5를 사용하여 왔으나 도로연구소 연구결과, AP-5가 남한 전 지역의 저온기후조건에도 견딜 수 있고 소성변형에 대한 저항성이 AP-3보다 큰 특성이 있으므로 아스팔트의 사용을 AP-5로 통일하도록 하였다. 골재입형은 아스팔트의 소성변형에 큰 영향을 미치므로 아스팔트 플랜트 선정 시 우선적으로 골재입형이 양호한 플랜트를 선정하고 편평 및 세장석시험을 수시로 실시하여 골재입형관리에 철저를 기하도록 하고 있다.

아스팔트 혼합물의 배합설계시 이론최대밀도계산에 사용하는 골재의 평균비중(겉보기비중과 표면건조겉보기비중의 평균값)은 각 골재의 비중을 측정하여 간접적인 계산에 의하여 구하므로 정밀한 최적아스팔트 함량결정에 저해요소가 되기 때문에 아스팔트 혼합물을 직접 시험하여 구한 유효비중으로 이론최대밀도를 계산한다.

절삭덧씌우기는 아래구간에 적용한다.

- ① 차로별 파손상태가 현저하게 상이하여 파손 차로만 선택하여 보수가 필요한 구간
- ② 중분대 높이유지 필요구간
- ③ 교면포장, 터널포장, 육교하부 통과높이 유지 구간 등 덧씌우기시 인근시설의 기능유지에 영향을 미치는 구간

절삭덧씌우기 구간과 기존아스팔트포장 접속부에 우수가 침투, 비가 개인 후에는 물이 유출되거나 포장파손의 원인이 되므로 신, 구 아스팔트 포장 접속부 코팅 및 다짐(다짐장비 용량확인 머캐덤롤러 10톤 이상, 탠덤 12톤 이상), 아스팔트 혼합물 온도관리에 철저를 기한다. 갓길 아스팔트포장 보수는 불량부 전단면(폭 2.5m, 두께 7.5cm)을 보수한다.

절삭덧씌우기 및 덧씌우기 포장보수시 살수를 통하여 포장표면부의 온도가 급격히 저하되므로

하부혼합물의 온도를 저하시키지 않은 상태에서 교통개방을 할 경우 중차량에 의한 소성변형이 우려되므로 충분히 양생한 후 교통개방하고 신규 포설시 아스팔트 혼합물의 내부온도가 50°C 이하 일 경우 교통개방을 한다.

덧씌우기 및 절삭덧씌우기 구간의 시공두께(다짐두께)는 4cm로 하되 잔여표층이 5cm남아있는 구간의 절삭 덧씌우기는 5cm로 시공한다. 도시구간에서 상습 지정체되는 인터체인지의 유출부 감속차로 길어깨부는 노즈부위에서 후방 1000m를 본선포장단면과 동일하게 보수할 수 있도록 하였다. 덧씌우기 구간 중 육교 통과높이는 4.7m이상 유지되도록 시공한다.

소성변형구간의 절삭 및 절삭덧씌우기 기준은 소성변형 깊이가 20mm를 초과하면 절삭후 덧씌우기를 실시하고 20mm 이하는 절삭처리한다.

#### 1.4 고속도로의 PMS에 의한 유지보수

지속적인 도로건설로 인하여 도로연장이 급증하고 유지보수비용이 증가하면서 과학적이고 합리적인 유지보수시기 및 공법결정이 필요하게 되었다. PMS(Pavement Management System)는 막대한 연장의 도로포장을 과학적이고 합리적으로 관리하기 위한 일종의 의사결정체계로서 도로포장에 투입되는 많은 비용이 설계, 시공, 유지보수 등 각 분야에 효율적으로 사용될 수 있도록 도와주는 시스템이다. PMS의 도입으로 인하여 합리적인 보수시기 및 공법결정으로 보수비를 최소화할 수 있고 전반적인 포장상태파악이 용이하며 연구개발에 필요한 핵심자료를 제공할 수 있다.

PMS의 기능요소로서는 포장상태 평가와 데이터베이스 구축, 경제성분석프로그램으로 크게 나눌 수 있고 고속도로의 PMS에 이용되는 포장상태평가지수는 HPCI로써 종단평탄성, 소성변형량, 온도균열량, 거북등균열 및 팻칭량을 입력변수로 하여 결정되는데, 표 7은 이에 따른 아스팔트 포

장의 보수공법의 제시 예이다.

$$HPCI = 4.564 - 0.348IRI - 0.36RD - 0.01\sqrt{TC + AREA} \quad (1)$$

여기서,

IRI : 종단평탄성지수(m/km)

RD : 소성변형량(cm)

TC : 온도균열량(m/500m)

AREA : 거북등균열 및 팻칭량(m<sup>2</sup>/500m)

표 7. HPCI에 의한 포장보수공법

| HPCI         | 포장보수구분      |
|--------------|-------------|
| 3.5이상        | 불필요         |
| 3.0 - 3.5 미만 | 상시보수 필요     |
| 2.5 - 3.0 미만 | 상시보수 및 단면보수 |
| 2.0 - 2.5 미만 | 단면보수 및 표면처리 |
| 1.5 - 2.0 미만 | 덧씌우기        |
| 1.5 미만       | 덧씌우기 또는 재포장 |

한국도로공사에서 보유하고 있는 포장상태 평가장비로는 소성변형 및 균열을 측정할 수 있는 ARAN장비와 포장구조 지지력 및 포장 각층의 탄성계수 측정장비인 FWD, 포장두께 측정장비인 GPR이 있으며 공사자체 개발장비로는 노면종횡단 요철측정장비인 ARPHA와 미끄럼저항 측정장비를 개발하였다.

현재, 고속도로의 PMS는 지속적인 연구를 통하여 일부구간을 시험운영함으로써 문제점을 보완해 나가며 전 노선에 확대적용할 예정이다.

## 2. 국도의 유지관리

건설교통부는 일반국도를 대상으로 적정시기에 포장유지보수를 실시하고, 보수예산을 효율적으로 활용하기 위하여, 국도를 대상으로한 포장관리체계(Pavement Management System, PMS)을 도입하여, 포장유지보수계획을 세우고, 이 계획에 따

라 합리적인 일반국도 포장관리를 수행하고 있다.

이와 같은 일반국도 포장관리체계의 기능향상을 위하여 건설교통부는 1997년에 ARAN(Automatic Road Analyzer), FWD(Falling Weight Deflectometer), PFT(Pavement Friction Tester), GPR(Ground Penetrating Radar) 등의 자동 포장 조사 장비를 도입하여 운영하고 있다.

또한, 경제성 분석도구로서 세계은행에 의해 개발된 HDM-4(Highway Design and Management Ver 4.0)를 도입하여 운영함으로써, 최적의 포장 유지보수계획을 수립하여 적용하고 있다. 이와 같은 일반국도 포장관리체계는 조사, 평가, 분석, 유지보수계획 수립, 데이터베이스구축 단계 등으로 구성되며, 각 단계들이 연속해서 순환적으로 이루어진다.

현재, 일반국도 포장관리시스템은 1994년에 한국건설기술연구원으로 기술이전을 완료함에 따라, 1998년부터 동 연구원에서 시스템의 운영 업무 및 발전을 위한 연구업무를 동시에 수행하고 있다.

현재까지의 일반국도 포장관리체계의 수행연혁은 다음과 같다.

- 1986년 국도유지보수조사 사업 착수

- 1987년 국도유지보수조사 기술 도입(프랑스)
- 1988년 1차 포장 조사 장비 도입(Profilemeter, Deflecto-Graph, Deciroute)
- 1989년 1차 국도유지보수조사 사업 수행(국립건설시험소, 용역사 공동수행)
- 1992년 4차 사업 수행 후 전 국도망 포장 상태 조사 일순
- 1994년 한국건설기술연구원으로 기술 이전 완료
- 1997년 최신 포장 조사 장비 4종 도입(ARAN, FWD, PFT, GPR)
- 2001년 13차 국도유지보수조사 사업 수행 중 (한국건설기술연구원)

**2.1 일반 국도 포장도 보수 현황**

1991년부터 1999년까지 일반국도(건교부 관리 구간)에 시행된 포장도 보수현황은 표 8과 같다.

**2.2 일반국도 포장관리체계 수행 절차**

현재, 한국건설기술연구원에서 수행하고 있는 일반국도 포장관리체계의 업무수행 흐름은 다음 그림 2와 같다.

표 8. 포장도 보수 현황(자료출처: "도로보수실적", 건설교통부, 1998)

| 구 분       |         | 91      | 92     | 93     | 94     | 95     | 96     | 97     | 98     | 99     |        |
|-----------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 포장도<br>보수 | 계 (백만원) | 53,773  | 54,761 | 44,890 | 48,190 | 45,679 | 54,338 | 56,312 | 55,139 | 44,462 |        |
|           | 표면처리    | 물량(a)   | 25,993 | 24,670 | 24,647 | 30,367 | 12,320 | 17,516 | 15,254 | 16,479 | 10,084 |
|           |         | 금액(백만원) | 3,233  | 3,547  | 3,030  | 4,745  | 1,932  | 3,315  | 2,947  | 3,920  | 2,764  |
|           | 소파보수    | 물량(a)   | 9,251  | 7,897  | 6,005  | 6,607  | 5,007  | 5,316  | 6,040  | 3,796  | 4,508  |
|           |         | 금액(백만원) | 4,755  | 4,462  | 3,160  | 3,725  | 3,833  | 4,648  | 5,467  | 4,110  | 5,212  |
|           | 덧씌우기    | 물량(a)   | 92,044 | 74,255 | 91,984 | 81,619 | 82,869 | 84,612 | 88,722 | 69,778 | 52,130 |
|           |         | 금액(백만원) | 45,420 | 46,552 | 38,507 | 39,487 | 39,913 | 42,125 | 46,121 | 43,604 | 36,486 |
|           | 재포장     | 물량(a)   | 141    | 94     | 5      | 6      | -      | 1,454  | -      | 2,457  | -      |
|           |         | 금액(백만원) | 365    | 200    | 192    | 233    | -      | 4,250  | 1,776  | 3,505  | -      |

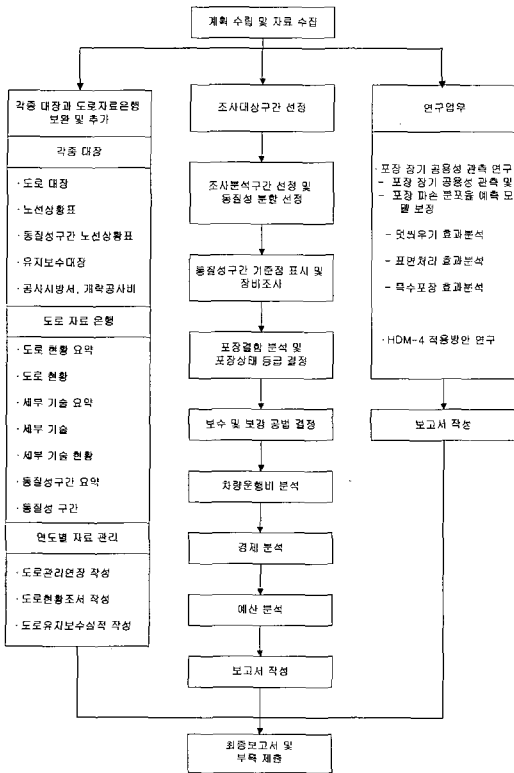


그림 2. 일반국도 포장관리 업무 수행 흐름

### 2.3 국도 포장 관리 효과

일반국도 포장관리체계 도입 이후, 유지 보수 비용 변화 및 개략적인 편익을 알아보기 위하여 건설교통부에서 1998년에 발간한 “도로보수실적”을 참고로 연차별 포장도 보수비 현황을 다음과 같이 집계하였다.

그림 3은 연간 일반국도 포장도 유지 보수 예산 변화 추이로서 1991년을 기점으로 PMS 시행 이후, 연차별 조사 물량 차이에 의한 예산 변동은 있으나, 전체적으로 감소추세를 보이고 있다. 또한, 매년 투입되는 포장도 보수예산이 평균 약 600억원으로서 적정 상태의 포장도 유지보수를 위한 평균 예산으로 수렴하고 있는 경향이 있다.

그림 4는 일반국도 건교부 관리 구간의 연도별

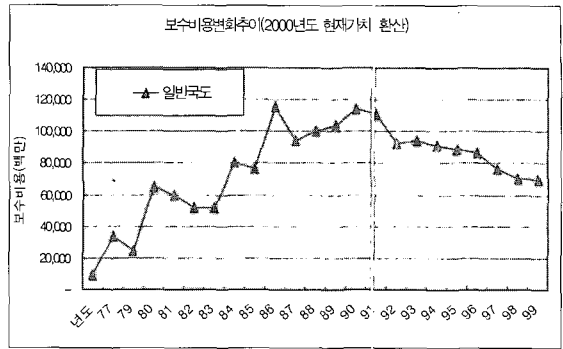


그림 3. 일반국도 보수비용 변화 추이 (포장도 보수비용/건교부, 시관리 및 기타구간 집계)

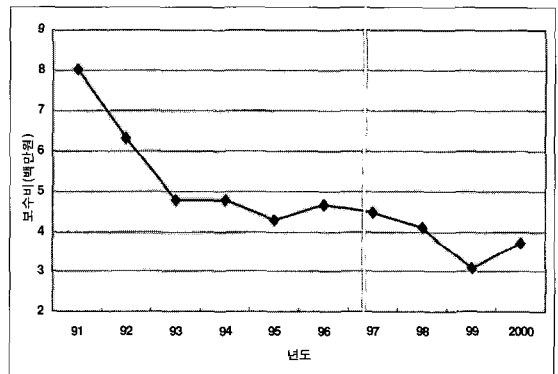


그림 4. 2차선 1km 당 연차별 평균 단위 포장도 보수비용(건교부 관리구간)

단위구간(2차선 1km)당 평균보수비로서, PMS 시행 이후, 일반국도의 통과 교통량이 점차적으로 증가했음에도 불구하고, 일반국도의 평균 포장도 보수비가 감소하고 있으며, 연간 평균 약 500만원 /km당 정도의 유지 보수 비용이 투입되고 있다.

다음 표 9는 포장도 유지보수에 의한 편익을 1991년에 투입된 단위구간 당 보수비를 기준으로 연차별 보수비 절감을 편익으로 개략 계량한 결과로서, 그림 5에서와 같이 연차별로 포장도 유지 보수 시행에 따른 편익이 연차별로 증가하고 있는 것으로 계량되었다.

표 9. PMS 시행에 따른 편익

| 년도       | 91 | 92  | 93  | 94  | 95  | 96  | 97  | 98  | 99  | 2000 |
|----------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 편익 (억원)  | 0  | 228 | 449 | 459 | 534 | 496 | 540 | 613 | 786 | 700  |
| 편익비율 (%) | 0  | 21  | 40  | 40  | 47  | 42  | 44  | 49  | 62  | 54   |

- 10년간 총 편익 : 4,805억원
- 연평균 편익 : 480억원
- 연평균 편익 비 : 40%

주) 교통량의 증가와 이용자 비용을 고려할 경우 PMS의 편익은 더 증가할 것으로 판단됨.

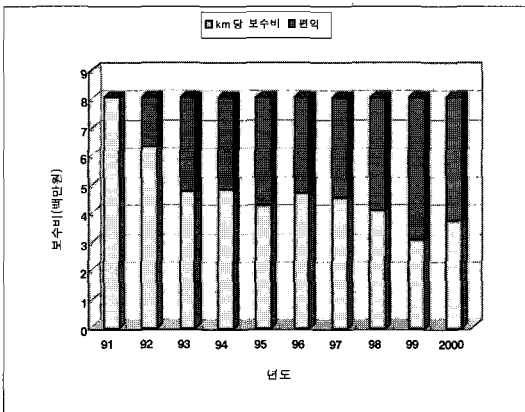


그림 5. 일반 국도 평균 보수비용과 파생 편익

### 3. 최근의 외국의 유지관리 기법

외국의 아스팔트 포장의 유지관리는 너무 광범위한 관계로, 본 고에서는 최근의 아스팔트포장의 유지관리 기법에 대한 예를 올해 1월 7일부터 11일까지 미국 워싱턴 D.C.에서 개최된 제80차 TRB(Transportation Research Board) 연례회의에서 발표된 내용을 중심으로 소개하고자 한다. 여기에 소개되는 아스팔트포장 유지관리 관련 내용은 올해 TRB 연례회의에서 발표된 내용 중에서 발췌하여 회원 여러분들에게 현재 외국의 현

황을 소개 차원에서 이번 특집기사에서 다룬 것이며, 필자들이 어떠한 검증절차를 거쳐서 기사화한 것이 아님을 밝혀둔다. 이곳에 수록된 내용에 대한 보다 자세한 것은 각각의 내용에 대한 TRB Paper No.를 참조하여 주시기 바란다.

#### 3.1 박층 부착 아스팔트포층 (TRB Paper No.:01-2296)

최근에 와서 미국에서는 국가 도로시스템의 유지에 들어가는 예산을 좀 더 효율적으로 집행하여야 한다는 비판의 소리가 점점 커지고 있는 상황이다 이러한 상황 아래서 좀더 경제적이고 효과적인 도로포장 유지관리 방법에 대한 검토가 이루어졌다. 이 과정에서 여러 가지 새로운 방법들이 이러한 문제에 대한 대안으로 검토가 되었는데 그 중의 하나가 여기서 소개하고자 하는 박층 부착 아스팔트포층(ultra-thin bonded HMA wearing course: 이하 UTBWC)이다. UTBWC는 9.5mm에서 19mm 두께의 박층 아스팔트(hot mix asphalt: HMA)포층을 진한 아스팔트유제 층이나 막(heavy asphalt emulsion layer or membrane) 위에 포설하는 것이다. UTBWC는 구조적으로 안정한 아스팔트나 콘크리트포장 위에 포설하여야 한다. 이 방법은 1986년부터 프랑스에서 개발되어 시행하던 것을 1992년에 미국에서 들여와 시행하였다. 현재까지 미국에서의 시험시공 보고서나 최근 여러 시공현장의 조사 결과에 의하면 좋은 공용 결과를 보이고 있으며, UTBWC는 아주 양호한 표면조직, 좋은 골재 부착성, 박층 아스팔트포층과 아래 포장층과의 뛰어난 부착 특성을 보여주고 있다.

UTBWC의 두께는 9.5mm에서 19mm까지가 적용되고 있으며, 이는 최대 골재 크기에 의하여 정해진다. 아스팔트유제는 주로 폴리머 개질 유제가 사용되며, 사용량은  $0.85 \pm 0.3 \text{ l/m}^2$ 이다. UTBWC

에 사용되는 아스팔트혼합물(HMA)은 갭입도의 선택, 모래를 사용한 매스틱(mastic), 필러의 혼합물이다. 최대 골재 크기는 6.2mm에서 12.5mm의 범위이며, 일반적으로 9.5mm 혼합물이 주로 사용된다. 사용 아스팔트의 등급은 적용 지역의 기후나 교통조건에 따라 정하여지고 개질 및 비개질 아스팔트 모두가 적용이 되고 있으며, 아스팔트량은 교통, 기후 및 기존 포장의 조건에 따라 5~6%가 주로 적용이 되고 있다.

UTBWC는 한번 지나가면서 아스팔트유제 막(membrane)과 박층 아스팔트 표층을 포설하는 특별히 제작된 장비로 포설된다. 진한 아스팔트유제 막은 기존 포장면의 잔균열을 봉합하며, 기존 포장층과 UTBWC의 부착을 돕는다.

시방상의 사용 골재의 입도는 표 10의 세가지 입도 중 교통조건과 노면조건에 따라 하나를 선택하도록 하고 있다. 그림 6은 12.5mm 조립의 Superpave 혼합물, 12.5mm SMA 혼합물 및 12.5mm UTBWC 혼합물의 입도를 비교하여 보여주고 있다. UTBWC의 두께는 일반적으로 최대 골재 크기의 1.5배이다.

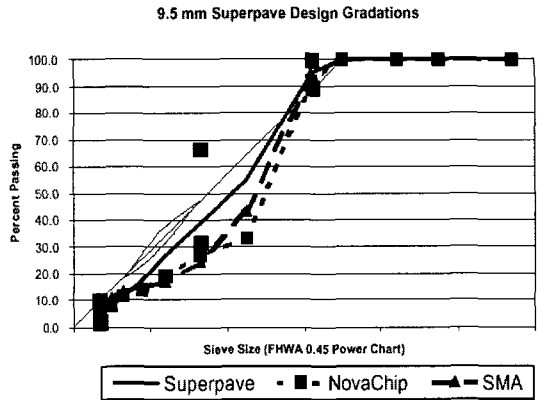


그림 6. 입도 비교

### 3.2 자동 도로보수장비의 적용 (TRB Paper No.:01-2265)

북미에서는 일년에 약 2억 6천만 달러(한화 3380억원)가 도로 노면의 균열을 충전(sealing)하는데 사용이 되고 있다. 이러한 도로 노면 균열 충전은 노동 집약적이고 비용이 많이 소요되는 작업이므로, 균열 충전을 자동화된 장비로 수행하

표 10. 혼합물의 입도

| Sieves      |          | Composition by Weight Percentages |                              |                                 |                              |                                 |                              |
|-------------|----------|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
|             |          | 6.2mm - Type A                    |                              | 9.5mm - Type B                  |                              | 12.5mm - Type C                 |                              |
| Metric (mm) | ASTM     | Design-General Limits % Passing   | Production Tolerance (%) (±) | Design-General Limits % Passing | Production Tolerance (%) (±) | Design-General Limits % Passing | Production Tolerance (%) (±) |
| 19          | 3/4 inch |                                   |                              |                                 |                              | 100                             |                              |
| 12.5        | 1/2 inch |                                   |                              | 100                             |                              | 85 - 100                        | 5                            |
| 9.5         | d inch   | 100                               |                              | 85 -100                         | 5                            | 60 - 80                         | 4                            |
| 4.75        | # 4      | 40 - 55                           | 4                            | 28 - 38                         | 4                            | 28 - 38                         | 4                            |
| 2.36        | # 8      | 22 - 32                           | 4                            | 25 - 32                         | 4                            | 25 - 32                         | 4                            |
| 1.18        | # 16     | 15 - 25                           | 3                            | 15 - 23                         | 3                            | 15 - 23                         | 3                            |
| 0.60        | # 30     | 10 - 18                           | 3                            | 10 - 18                         | 3                            | 10 - 18                         | 3                            |
| 0.30        | # 50     | 8 - 13                            | 3                            | 8 - 13                          | 3                            | 8 - 13                          | 3                            |
| 0.15        | # 100    | 6 - 10                            | 2                            | 6 - 10                          | 2                            | 6 - 10                          | 2                            |
| 0.075       | # 200    | 4 - 7                             | 2                            | 4 - 7                           | 2                            | 4 - 7                           | 2                            |



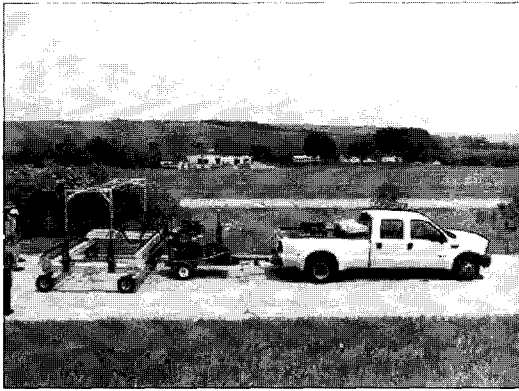


그림 7. 현재의 ARMM 작업전경

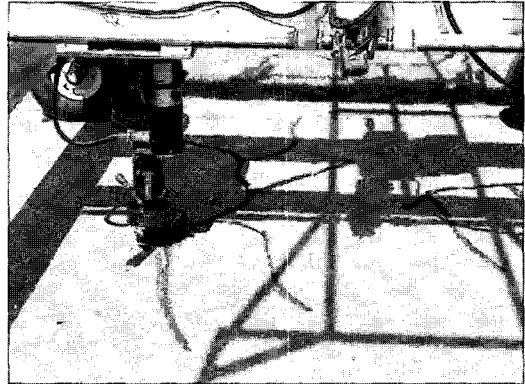


그림 8. 실제 균열을 ARMM을 사용하여 충전하고 있는 모습

고자 하는 연구가 십여년 전부터 수행이 되어 현재는 상용화하기 전 단계에 와있다. 자동 도로보수장비(ARMM; Automated Road Maintenance Machine)라고 명명된 이 장비는 자동 균열 충전 로봇형 작업대(crack sealing gantry robot)이다 (그림 7 및 그림 8 참조).

ARMM은 균열내의 먼지를 불어내고, 균열을 충전하며, 스퀴지(squeegee)를 하는 회전식 돌출부(rotating turret)가 부착된 XY 테이블 로봇형 작업대로 구성되어 있다.

현재와 같은 ARMM형태는 초기의 것으로부터 많은 수정을 거쳐 만들어진 것으로, 초기형태의 것에 비하여 작업성, 안전성, 균열 충전의 질에

있어서 많은 발전을 보여 주고 있다. 현재까지 미국내 십개주 이상의 도로국(DOT)에서 현장 시험적용이 행하여졌으며, 현장시험과 실험실내 시험이 계속되고 있다. 현장 적용시험을 통하여 그동안 ARMM이 가지고 있던 문제점들이 획기적으로 개선이 된 것이 증명이 되었으며 사용상의 간편성이 많은 증진을 보였다. 실내시험을 통하여 ARMM이 한시간에 균열 240m를 -하루 8시간 작업시 일반적인 상태의 도로 3.84km- 충전할 수 있음을 보여주었다. 기존의 인력에 의한 방법으로는 하루에 평균 1.6~4.8km의 작업성을 보이고 있다. 현재 ARMM의 상용화를 위하여 여러 가지의 성능 개선 작업이 이루어지고 있는 상태이다.

**학회지 광고 모집 안내**

학회지에 게재할 포장관련 업계의 광고를 모집합니다.

- 포 2 (앞포지 안쪽면, 칼라) : 200만원
- 포 3 (뒷포지 안쪽면, 칼라) : 200만원
- 포 4 (뒷포지, 칼라) : 300만원
- 간지 (칼라) : 200만원

위 금액은 4회 게재할 요금임.  
연락처 : 학회사무국 (☎ 525-7147)