



국도 아스팔트 콘크리트 포장의 보수공법 결정 기준 연구

Development of Rehabilitation Criteria of National Highway Pavement

김 다 혜* 권 수 안** 서 영 찬*** 임 광 수****
Kim, Da Hae Kwon, Soo Ahn Suh, Young Chan Lim, Kwang Soo

Abstract

Currently the reasonability of threshold values for rutting and cracking does not clearly defined at the Pavement Rehabilitation Decision Tree on national highway PMS(Pavement Management System). The goal of this study is to provide the reasonable threshold values for the national highway asphalt concrete pavement rehabilitation. To achieve this goal, test section that represents typical asphalt concrete pavement of national highway was selected and pavement experts were participated. Pavement condition survey has been conducted and pavement performance data at the selected roadway section were analyzed. From this study, reasonable threshold values of Pavement Rehabilitation Decision Tree were suggested based on the pavement expert's engineering judgement. In terms of crack repairs, the application of overlay after cutting is required to deteriorated area where existing crack ratio is over 35% and just overlay is required to where crack ratio is over 20%. On rutting, rut depth over 13mm is required to overlay after cutting and rut depth over 10mm is just needed to overlay.

Keywords : rehabilitation decision tree, asphalt pavement

요 지

현재 국도 PMS(Pavement Management System)에서 적용하고 있는 보수공법결정체계는 소성변형과 균열의 기준치 값에 대한 설정 근거가 명확하지 않다. 본 연구에서는 일반국도에서 아스팔트 콘크리트 포장의 보수 시 보수공법결정기준에 대한 근거를 제시하기 위한 것이다. 이를 위해 전국 일반국도 아스팔트 포장 구간을 대표할 수 있는 대표 구간을 선정하고, 포장전문가 패널(panel)을 선정하여 선정된 구간을 대상으로 패널이 대표구간을 평가하여 보수공법을 제안하였다. 포장전문가 패널이 대표구간을 평가한 결과를 분석하여 다음과 같이 보수공법 결정 기준의 근거를 마련하였다. 균열의 경우 절삭 덧씌우기를 요구하는 균열율은 35%, 덧씌우기 이상의 기준으로서 균열율 20%를 제안하였다. 소성변형의 경우 절삭 덧씌우기를 필요로 하는 소성변형 값은 13mm, 덧씌우기 이상을 요구하는 소성변형의 기준으로서 10mm를 사용할 것을 제안하였다.

핵심용어 : 보수공법결정기준, 아스팔트포장

* 정회원 · 한국건설기술연구원 연구원(E-mail : dahae@kict.re.kr)
** 정회원 · 한국건설기술연구원 책임연구원(E-mail : sakwon@kict.re.kr)
*** 정회원 · 한양대학교 교수(E-mail : suhyc@hanyang.ac.kr)
**** 정회원 · 국토해양부 사무관(E-mail : lim579@mtm.go.kr)



1. 서론

경제 성장과 국민소득 수준의 향상으로 인적, 물적 자원의 교류가 급속히 증가하면서 우리나라의 도로는 그 연장이 비약적으로 증가하였다. 도로의 연장에 비례하여 도로 관리에 투입되는 도로 유지보수비용 또한 증가하고 있으며 도로관리 운영은 도로시설의 확장에서 기존 시설의 운영효율 극대화에 주력하게 되었다.

한정된 예산 범위 내에서 포장의 수준을 일정하게 유지관리하고 기술개발을 도모하기 위하여 국토해양부에서는 일반국도 약 14,000km를 대상으로 포장 유지관리시스템(PMS, Pavement Management System)을 운영하고 있다. 포장유지관리시스템은 매년 주기적으로 운영되는 것으로 조사대상구간 선정, 표면 결함 조사 및 분석, 상세 조사 구간 선정, 상세 조사, 구간별 보수 공법 결정, 실무자 의견 수렴 등의 단계를 거친다. 이 과정에서 수행되는 보수 공

법의 선정은 파손의 원인 및 정도에 따라 결정되어진다.

현재 국도 PMS에서 적용하고 있는 보수 공법 결정 기준은 그림 1에서와 같이 우선 보수 공법 선정과 경제성 분석을 통한 보수 공법 선정으로 나누어져 있다. 즉, 아스팔트 포장의 대표적인 파손인 소성변형과 균열을 기준으로 하여, 소성변형이 15mm 이상이거나, 균열율이 20% 이상인 경우에는 우선보수 차원에서 덧씌우기 이상의 보수 공법을 제시하고, 균열이 5% 이상이거나, 소성변형이 12mm 이상인 경우에는 HDM-4를 이용한 경제성 분석을 실시하도록 되어있다.

그러나 여기에서 보수공법을 제시하기 위한 소성변형과 균열의 기준치 값에 대한 선정 근거가 명확하지 않으며 균열율에 대한 보수공법이 단순하다는 문제점이 있다.

본 연구에서는 일반국도에서 아스팔트 콘크리트 포장의 보수 시 보수공법결정기준에 대한 근거를 제시하기 위해 전국 일반국도 아스팔트 포장 구간을 대표할 수 있는 대표 구간을 선정하고, 포장전문가 패널(panel)을 선정하여, 선정된 대표구간을 대상으로 패널이 현장을 평가하여 평가 결과에 따른 보수공법을 제안하였다. 최종적으로 패널이 제시한 보수공법과 선정된 대표구간에서의 포장상태(균열율, 소성변형)와 상관성을 분석하였다.

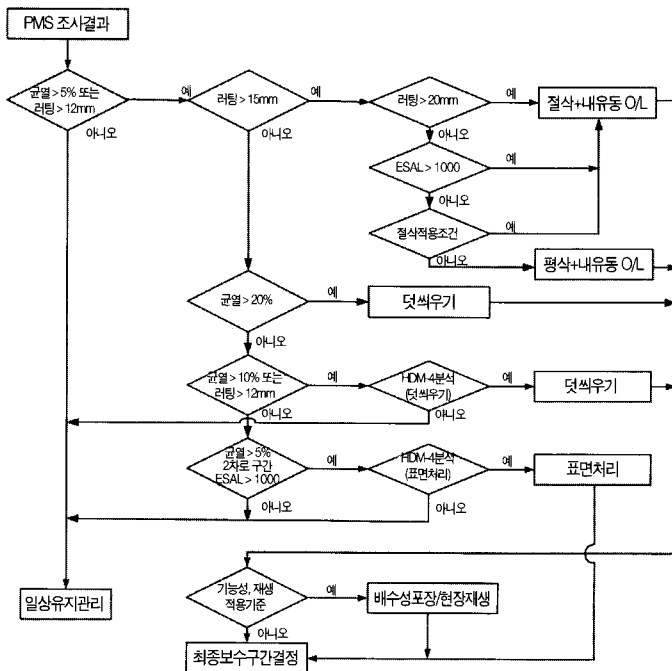


그림 1. 기존 국도 PMS의 보수공법결정 기준 흐름도

2. 현장조사

2.1 현장조사 계획

일반 국도의 아스팔트 콘크리트포장을 대표하도록 예비조사를 통해 포장 상태 및 교통량 등을 고려하여 조사구간을 선정하였다. 각 구간의 정성적인 평가를 위

해 실제 국토관리사무소의 포장관리자, 산·학·연의 포장전문가들로 패널을 구성하여 해당 조사구간에 대해서는 상세조사를 실시한 후 포장상태에 대한 패널들의 평가를 통계 분석하여 유지보수 결정 체계에서의 적정 경계치의 기준을 제시하고자 하였다.

200m 였으며, 조사 대상 구간은 가능하면 평지가 되도록 선정하였다.

2.3 전문가 패널에 의한 포장상태 평가

포장상태에 대한 패널 위원들의 정성적 평가자료 수집을 위하여 선정된 조사구간에 대한 현장조사를 실시하였다. 패널은 관, 산, 학, 연 등의 전문가 10명으로 구성하였으며, 패널 위원들의 안전을 고려하여 가능한 바깥 차로만을 조사하였다. 각 조사 구간의 연장은 200m이며 그림 3의 기록지에 육안조사 결과를 조사 즉시 기입하도록 하였다. 포장상태의 등급은 10점제로 10점 만점-이상적포장, 9점-신설포장, 5점 이하-유지보수필요 등의 원칙을 주지한 상태에서 실시하였으며, 조사 기록지에 해당보수공법을 추천하는 이유를 기재하는 방법을 사용하였다. 즉, 보수공법 결정 요인(소성변형, 균열율)에 따라 요구되는 보수 공법(절삭O/L, 덧씌우기, 표면처리, 균열셀링)을 선택한 포장평가위원이 전체의 몇 퍼센트를 차지하는지를 조사하였다.

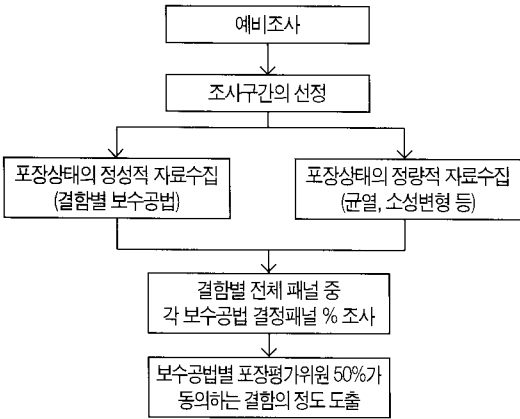


그림 2. 현장 조사 계획

2.2 현장조사구간 선정

국도 아스팔트 포장을 대표할 수 있는 현장 조사 구간은 표 1과 같이 파손종류(소성변형, 균열율)별로 교통량(ESAL)에 따라 2개씩 선정하여 총 36개의 조사구간을 선정하였다. 소성변형 10mm 이상은 '중', 20mm 이상은 '대', 균열율 20% 이상은 '중', 50% 이상은 '대', 교통량 1,000ESAL 이상은 '중', 3,000ESAL 이상은 '대'로 구분하였다. 선정된 구간은 특정 지역의 특성을 나타내지 않도록 전국적인 범위에서 선택하였다. 각 구간의 단위 연장은

표 1. 조사구간 선정을 위한 실험 계획표

파손 종류	소성변형			균열율		
	소	중	대	소	중	대
대 3,000 ≤ ESAL	2	2	2	2	2	2
중 1,000 < ESAL < 3,000	2	2	2	2	2	2
소 ESAL < 1,000	2	2	2	2	2	2

(1) 요구되는 보수공법

절삭 O/L 이상	
덧씌우기	
표면처리	
균열 셀링	
무보수	

(2) 보수공법 결정 요인(1개 or 2개 선택)

균열	
소성변형	
포트-홀	
평탄성	
기타	

그림 3. 전문가 패널 현장 조사 기록지

2.4 자동 포장상태 조사장비에 의한 객관적 자료 수집

포장상태의 정량화를 위하여 구간별 포장상태에



대한 균열율, 소성변형, 평탄성, 패칭면적 등을 그림 4의 자동포장상태 조사장비를 이용하여 조사하였다. 구간별 매 10m 단위로 균열길이, 소성변형깊이, 종단평탄성을 측정하며 측정된 노면영상자료와 주변현황을 기록한 현황영상자료가 각각 디지털 비디오테이프와 일반 비디오테이프에 입력되어 전달하며 컴퓨터 프로그램을 이용하여 조사결과가 분석된다. 포장상태조사시 균열검지는 이미지 프로세싱 프로그램을 통해 이루어졌으며 소성변형 깊이는 10m 간격으로 레이저로 조사, 종단평탄성은 초음파를 이용하여 자료를 수집하였다.

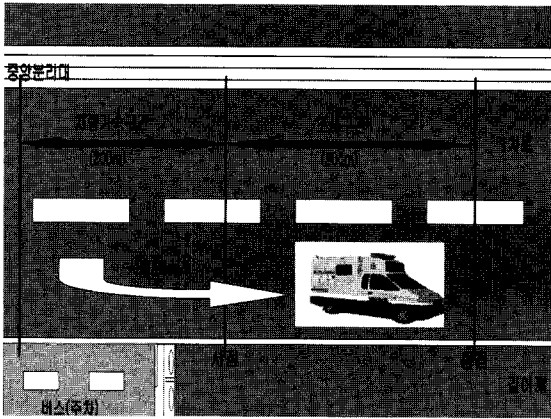


그림 4. 장비에 의한 정량적 자료조사

3. 현장조사결과

보수공법결정의 기준이 되는 균열율 및 소성변형의 적정 경계치 도출을 위하여 포장조사구간의 정성적자료인 10인의 포장 전문 패널 위원들의 평균값을 분석하여 사용하였다. 자동포장상태조사장비의 데이터와 포장패널위원들의 데이터 수집을 완료한 후 균열율 및 소성변형의 대, 중, 소에 따른 등급 값의 관계를 그림 5와 그림 6에 나타내었다. 패널들의 주관적 판단을 바탕으로 등급 값을 정하였으므로 그림을 통해 패널 간의 편차를 확인할 수 있었으며, 평균 균열율과 소성변형 값이 커질수록 포장 패널 위원들의 등급 값이 작아지는 것을 확인할 수 있었다.

3.1 균열율

그림 7은 보수공법 결정 요인이 균열율인 경우 보수공법으로 절삭 덧씌우기를 선택한 구간의 패널% 및 균열율 조사 결과이다. 가장 많은 패널이 절삭 덧씌우기를 선택한 구간을 선정하였으며 보수공법의 기준은 포장평가위원의 50%가 동의하는 경계 값을 사용하도록 하였다. 패널 50%에 해당하는 균열율은

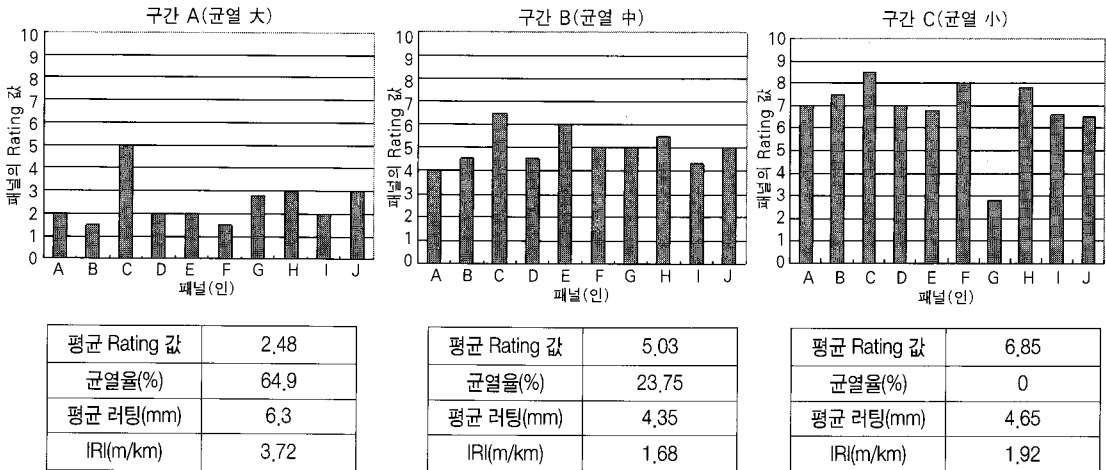


그림 5. 자동 포장상태 조사장비의 균열율 대·중·소에 대한 등급 값

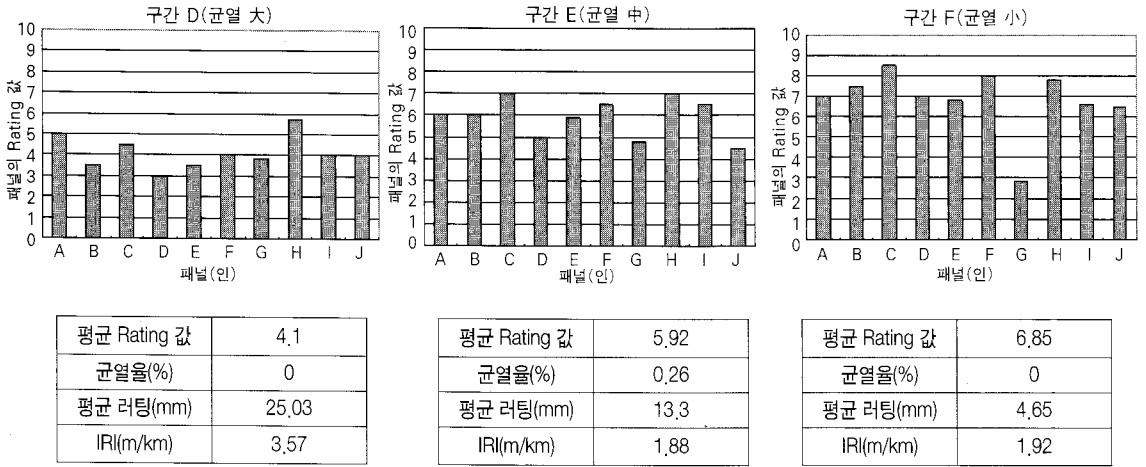


그림 6. 자동 포장상태 조사장비의 소성변형 대·중·소에 대한 등급 값

37%이며 이것은 해당 구간의 평균 균열이 37% 이상인 경우 패널의 반 정도가 절삭 덧씌우기를 보수공법으로 추천했다는 것을 의미한다.

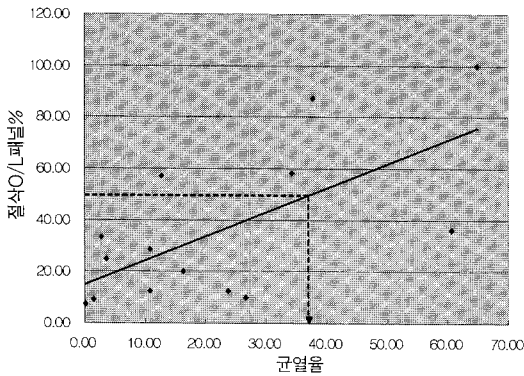


그림 7. 균열율에 의한 절삭 덧씌우기를 요구하는 패널%

그림 8은 보수공법 결정요인이 균열율인 경우 보수공법으로 덧씌우기 이상(덧씌우기+절삭 덧씌우기)을 선택한 구간의 패널% 및 균열율 조사 결과이다. 가장 많은 패널이 덧씌우기 이상을 선택한 구간을 선정하였으며 보수공법의 기준은 패널의 50%가 동의하는 경계 값을 사용하였다. 패널 50%에 해당하는 균열율은 19%이며 이것은 해당 구간의 평균 균열이 19% 이상인 경우 패널의 반 정도가 덧씌우기 이상의 보수공법을 추천했다는 것을 의미한다.

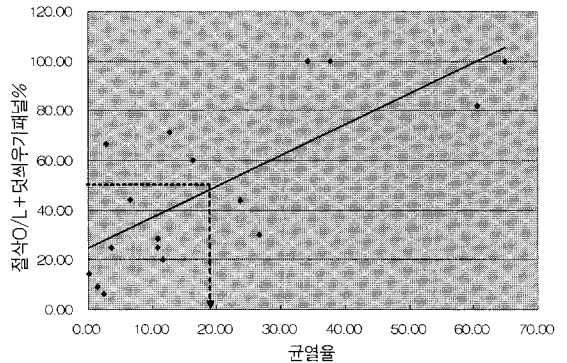


그림 8. 균열율에 의한 덧씌우기 이상을 요구하는 패널%

그림 9는 보수공법 결정요인이 균열율인 경우 보수공법으로 균열선풀링을 선택한 구간의 패널% 및 균열율 조사 결과이다. 가장 많은 패널이 균열선풀링을

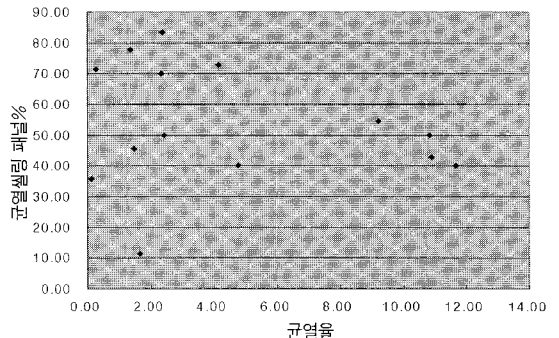


그림 9. 균열선풀링을 선택한 패널% 및 균열율

선택한 구간이 적어 한명의 패널이라도 균열셀링을 보수공법으로 선택한 14구간을 선정하였다. 14구간의 평균 패널%는 53.2%, 평균 균열율은 4.5%이었으며 이것은 균열율이 4.5%이었을 때 패널의 반정도가 균열셀링을 최적대안으로 선정했다는 것을 의미한다.

그림 10은 보수공법 결정요인이 균열율인 경우 보수공법으로 표면처리를 선택한 구간의 패널% 및 균열율 조사 결과이다. 가장 많은 패널이 표면처리를 선택한 구간은 없었으며 한명의 패널이라도 표면처리를 보수공법으로 선택한 9구간을 선정하였다. 9구간의 평균 패널%는 15.7%, 평균 균열율은 18.2%이었으며 이것은 패널의 15%정도가 표면처리를 최적대안으로 선정했을 때의 균열율이 18.2%이었다는 것을 의미한다.

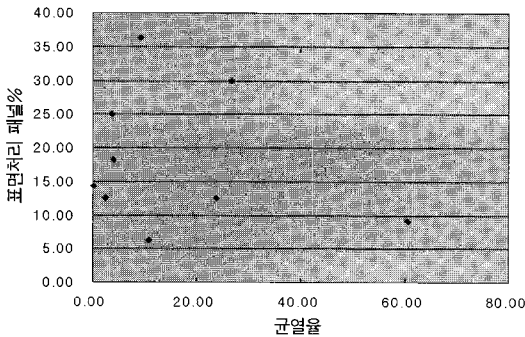


그림 10. 표면처리를 선택한 패널% 및 균열율

3.2 소성변형

그림 11은 보수공법 결정 요인이 소성변형인 경우 보수공법으로 절삭 덧씌우기를 선택한 패널% 및 소성변형 값을 조사한 결과이다. 가장 많은 패널이 절삭 덧씌우기를 선택한 구간을 선정하였으며 보수공법의 기준은 포장평가위원의 50%가 동의하는 경계 값을 사용하도록 하였다. 패널 50%에 해당하는 소성변형 값은 13mm이며 이것은 해당 구간의 평균 소성변형이 13mm 이상인 경우 패널의 반정도가 절삭 덧씌우기를 보수공법으로 추천했다는 것을 의미한다.

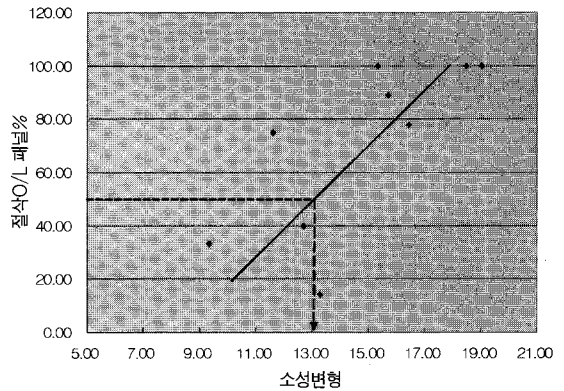


그림 11. 소성변형에 의한 절삭 덧씌우기를 요구하는 패널%

그림 12는 보수공법 결정요인이 소성변형인 경우 보수공법으로 덧씌우기 이상을 선택한 패널% 및 소성변형 값을 조사한 결과이다. 같은 방법으로 가장 많은 패널이 덧씌우기 이상을 선택한 구간을 선정하였으며 보수공법의 기준은 패널의 50%가 동의하는 경계 값을 사용하였다. 패널 50%에 해당하는 소성변형 값은 11mm이며 이것은 해당 구간의 평균 소성변형 값이 11mm 이상인 경우 패널의 반정도가 덧씌우기 이상의 보수공법을 추천했다는 것을 의미한다.

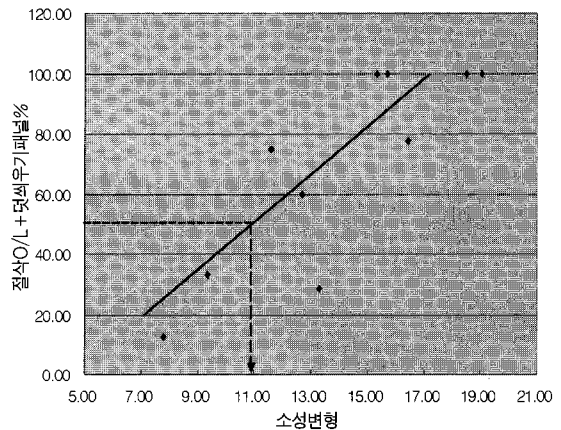


그림 12. 소성변형에 의한 덧씌우기 이상을 요구하는 패널%

3.3 보수공법 결정체계

보수공법결정체계는 균열과 소성변형에 의한 포장의 파손에 대해 보수의 기준을 마련하기 위해 필요하

며, 각 결함의 기준치는 패널조사를 통해 표 2와 같이 객관적으로 근거를 마련하였으며, 그림 13에 정리하였다.

표 2. 보수공법 결정요인에 따른 보수기준 비교표

보수공법 결정요인	보수공법	보수기준	
		현행	개선
균열	절삭 덧씌우기/ 그리드 덧씌우기	-	35%
	덧씌우기	20% 10~20%(경제성분석 후)	7~20% (경제성분석 후)
	표면처리	5~10%(경제성분석 후)	0~7% (경제성분석 후)
소성변형	절삭 덧씌우기	20mm(절삭) 15mm(평삭)	13mm 이상
	덧씌우기	12mm	10mm (경제성분석 후)

균열의 경우 절삭 덧씌우기를 필요로 하는 균열을 경계 값은 37%로 도출되었으나 본 연구에서는 편의상 35%를 적용하였다. 덧씌우기 이상의 보수가 요구되는 구간의 균열을 경계값이 19%로 도출되었으며 편의상 20%를 적용하였다. 균열실링의 경우 일반국도의 보수공법 절차 현실과 잘 맞지 않는 부분이 있고, 표면처리의 경우 포장평가위원의 50%가 동의해야 하는 조건에 만족하지 않아 보수공법결정체계의 기준에 대한 근거로는 부족하여 배제하였다.

소성변형의 경우 절삭 덧씌우기를 필요로 하는 소성변형 값은 도출된 값 그대로 13mm를 적용하였으며 덧씌우기 이상의 보수가 요구되는 구간의 소성변형의 기준치로서 11mm 대신 편의상 10mm를 사용할 것을 추천한다.

4. 결론

본 연구에서는 일반국도에서 아스팔트 콘크리트 포장의 보수 시 보수공법결정 기준에 대한 근거를 제시하기 위해 포장전문가 패널을 구성하고 현장조사를 실시하였으며 측정·분석한 결과는 다음과 같다.

- 덧씌우기 등을 요구하는 보수공법결정체계의 기준치는 패널조사를 통해 객관적으로 결정하였으며 균열의 경우 절삭 덧씌우기를 요구하는 균열율은 35%, 덧씌우기 이상의 기준으로서 균열을 20%를 제안하였다.
- 소성변형의 경우 절삭 덧씌우기를 필요로 하는 소성변형 값은 13mm, 덧씌우기 이상을 요구하는 소성변형의 기준으로서 10mm를 사용할 것을 제안하였다.

본 연구에서는 “가능성/재생 적용기준” 등이 포함되어 있지 않으므로 향후

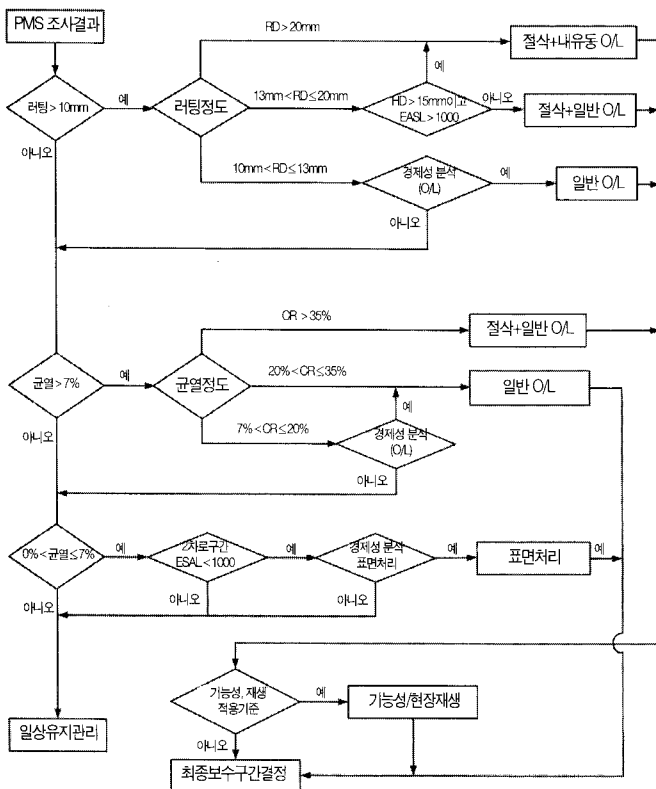


그림 13. 보수공법결정체계



추가적인 연구를 통해 이들 공법의 적용 방안을 마련
해야 한다.

참고 문헌

국토해양부(2007), “도로포장관리시스템 최종보고서”,
건기연 2008-011

건설교통부(2006), “도로포장관리시스템 최종보고서”,
건기연 2007-006

한국건설기술연구원(1994), “시멘트 콘크리트 포장의
유지보수 대책에 대한 연구”

접 수 일: 2008. 10. 23

심 사 일: 2008. 11. 4

심사완료일: 2009. 5. 27