



HPMS 데이터를 이용한 고속도로 교량 및 뒷채움구간 평탄성 특성 연구

The Study of the Roughness of the Pavement on the Bridge Deck and Approach Slab using a 5year (2003 to 2007) Pavement Condition Survey Data

박 상 욱* 서 영 찬**
Park, Sang Wook Suh, Young Chan

Abstract

Using a 5 year (2003 to 2007) pavement condition survey data from the highway pavement management system (HPMS), the roughness of the bridge deck pavement was analyzed. Based on the result of this analysis, this study tried to identify the factors affecting the deterioration of the bridge deck pavement condition. The data from HPMS indicates that the roughness of the bridge deck pavement is worse than that of the general pavement on the roadbed. The worse roughness of the bridge deck pavement is caused by the settlement of approach slab as well as the surface distress on the bridge deck pavement. In order to improve effectively the roughness of the bridge deck pavement, a management system was established in which not only the regular automated pavement condition survey to check the distress of surface of the bridge deck pavement was adopted but an automated surface profiler to check the degree of settlement of approach slab was applied.

keyword: roughness, bridge, approach slab, settlement

요 지

본 연구는 2003년도부터 2007년도까지의 고속도로 포장관리시스템 운영에 의한 포장상태 측정자료를 이용하여 고속도로 교량부 평탄성 불량 구간과 그 원인을 조사 분석하여 도로교량 구간의 평탄성을 향상시킬 수 있도록 관리체계를 개선하고 교량평탄성 불량구간이 효과적으로 유지보수 될 수 있도록 하는데 중점을 두었다. 고속도로 포장유지관리 시스템으로부터 추출한 데이터 분석과 이에 대한 현장 검증 결과, 교량구간의 평탄성이 토공부에 비해 상당히 좋지 않은 것으로 분석되었다. 그 원인과 개선방안에 대해 살펴보면, 교량구간의 평탄성 불량 원인은 교면포장(접속부 포함)의 조기손상뿐만 아니라 뒷채움부 침하에 의한 접속부 포장의 단차가 주요 원인인 것으로 분석되었다. 이에 따라 교량구간은 현재 정기적으로 시행하고 있는 조사장비에 의한 포장상태 측정과 병행하여 뒷채움부 침하가 원인인 단차를 측정하여 교량구간의 평탄성 불리지점을 효과적으로 개선할 수 있도록 조사 및 평가체계를 수립하였다.

핵심용어 : 평탄성, 교량, 뒷채움부, 침하

1. 서론

고속도로 포장의 체계적인 유지관리를 위하여 한국도

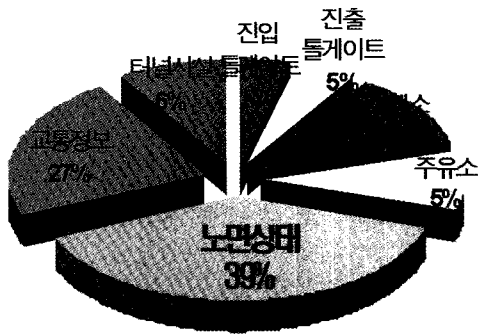
로공사에서는 HPMS(Highway Pavement Management System)를 1992년부터 개발, 운영해 왔다. 2003년부터 본격적인 HPMS의 운영을 실시하였으며, 매년

* 정희원 · 한국도로공사 도로사업처 팀장 · 공학석사(E-mail: psw@ex.co.kr)

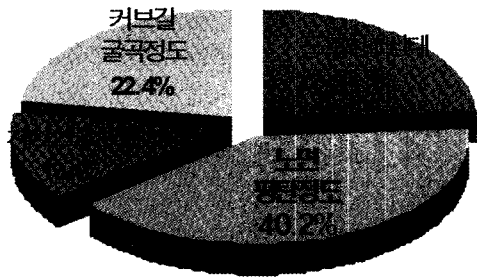
** 정희원 · 한양대학교 교통공학과 교수 · 공학박사(E-mail: suhyc@hanyang.ac.kr)



4,000km 이상의 포장상태를 정량적으로 측정하여 과학적이고 체계적인 의사결정기준에 의거 포장상태를 평가하여 수선유지와 개량사업을 실시하고 있다.



〈그림 1〉 고객만족도 지표 및 중요도



〈그림 2〉 노면상태분야 세부지표 및 중요도

도로의 평탄성 관리 수준이 갈수록 높아지는 이용자의 요구수준에 맞추어 점점 강화되고 있음에도 교량뒷채움구간 및 교량본선구간의 평탄성에 대한 불만이 고조되고 있어 이에 대한 개선이 필요한 실정이다. 〈그림 1〉에는 고속도로로 고객 만족도의 지표와 중요도를 나타낸 그래프로써 그림에서 보는 바와 같이 고객 만족도에 가장 큰 영향을 미치는 것은 노면상태(39%)인 것으로 나타났으며, 〈그림 2〉에서 살펴본 바와 같이 노면 상태 중 평탄정도가 40.2%로써 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

고속도로 평탄성 평가에 큰 영향을 미치는 것으로 알려진 교량구간의 비율은 전체 고속도로 연장 중 약 12%로 무시할 수 없는 연장임에도 불구하고 이것의 체계적인 평가 및 관리가 부족한 실정이다. HPMS의 개선 방향

으로서 교량구간 등의 특수구간 관리 시스템을 추가하는 것이 필요하다. 본 연구는 이러한 특수구간 관리 시스템의 사전 단계로써 이에 대한 조사·분석을 통한 대책마련을 수립하였다. 이에 따라 본 연구에서는 교량구간의 평탄성을 토공구간과 상대평가하고 취약한 구간의 평탄성 불량 원인 분석을 통해 이에 대한 대책 및 체계적인 관리 방안을 모색하였다.

본 연구의 목적은 2003년부터 2007년까지의 HPMS 데이터를 이용하여 고속도로 평탄성 특성을 파악하고, 불량 구간의 원인 분석 및 개선대책을 제시하여 도로 평탄성을 향상시킬 수 있도록 하는데 있다.

2. 평탄성 측정방법 및 평가기준

2.1 평탄성 측정방법

평탄성 측정 장비는 크게 캘리포니아 프로파일로 인력에 의해 측정하는 형태(walking profiler)와 차량에 탑재하여 주행 중 종단평탄성을 측정하는 형태로 대별할 수 있는데, 방대한 도로망에 대한 조사를 수행하기 위해서 차량에 탑재된 측정장비에 의한 방법의 적용이 필수적이다. 차량 탑재형은 측정 방식에 따라 반응형 측정장비와 관성형 측정장비로 나뉘는데, 2가지 방식의 가장 큰 차이점은 관성형장비가 실제적인 노면의 요철량을 측정하는 반면 반응형 장비는 차량의 상하 진동정도를 측정한다는 점이다. 본 연구와 같이 정밀한 데이터 확보가 필요한 경우는 관성형 장비를 적용하는 것이 적절하다.

2.2 평가기준

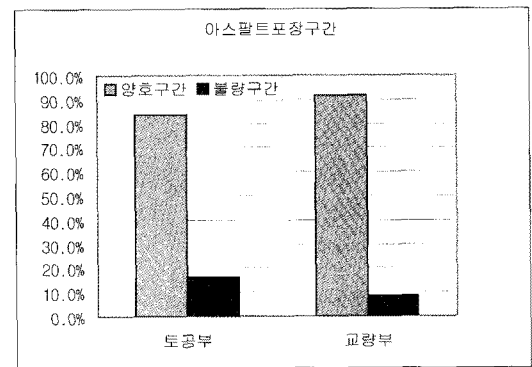
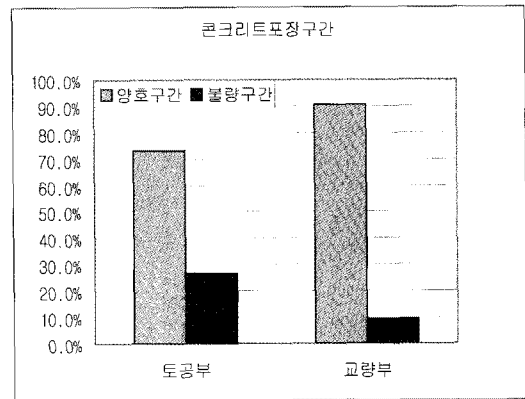
현재 고속도로 평탄성 평가기준은 국제 평탄성 관리기준인 IRI(International Roughness Index)를 적용하였으며, 〈표 1〉에 나타난 바와 같이 5개 등급으로 나누어진 다. 평탄성 등급 분류기준을 살펴보면 2.5m/km부터 수선유지 사업이 요구되는 단계이며, IRI 3.5m/km 이상부터 개량이 필요한 단계이다. 또한 예방적 유지관리 단계는 1.5m/km부터 시작되는 것으로 설정되어 있다. 통상적으로 평탄성 불량 기준으로 인식하고 있는 IRI 3.5m/km는 개량사업을 위한 관리기준이다(2005, 한국도로공사, 고속도로 포장상태 조사 및 분석(HPMS부문))

〈표 1〉 고속도로 평탄성 등급 분류기준

등급	범위	평가	상 태	관리방안
1	1.5 이하	매우 우수	쾌적한 승차감 확보	-
2	1.5 ~ 2.5	우수	승차감 양호	예방적 유지
3	2.5 ~ 3.5	보통	부분적인 진동으로 승차감 저하	수선유지
4	3.5 ~ 5.0	불량	주행시 불쾌감이 느껴짐	개량
5	5.0 이상	매우 불량	주행성 불량으로 속도저감필요	개량시급

3. 고속도로 평탄성 현황

평탄성 불량구간을 선정하기 위해 교량구간과 토공구간, 아스팔트와 콘크리트포장으로 구분하였으며, 콘크리트포장의 경우 공용년수의 편차가 커서 10년 미만/10~15년/15년 이상으로 다시 구분하였다. 포장형식별, 구간별로 구분하여 평탄성 불량구간연장을 산출한 결과가 〈표 2〉와 〈그림 3〉에 나타나 있다.



〈그림 3〉 교량구간의 분류

〈표 2〉 포장형식별 평탄성 비교현황(1차로 연장)

항목	구 분	전체연장① (km)	2.5이상 연장(km)			비율 (②/①)
			계②	3등급 (2.5 ~ 3.5)	4등급 이상 (3.5 이상)	
전 체		12,536.1	1,270.7	996.4	274.3	10.14%
1	아스팔트계	5,289.2	542.8	417.8	125.0	10.26%
1-1	아스팔트교량	1,350.4	218.4	155.9	62.5	16.17%
1-2	아스팔트토공	3,938.8	324.4	261.9	62.5	8.24%
2	콘크리트 계	7,246.9	727.9	578.6	149.3	10.04%
2-1	콘크리트교량	152.4	41.0	25.2	15.8	26.90%
2-2	CRCP15년이상	283.6	46.2	40.5	5.7	16.29%
2-3	JCP	6,810.9	640.7	512.9	127.8	9.41%
2-3-1	10년미만	4,621.9	203.8	157.5	46.3	4.41%
2-3-2	10~15년	1,435.6	184.1	155.9	28.2	12.82%
2-3-3	15년이상	753.4	252.8	199.5	53.3	33.55%

표와 그림에서 보는 바와 같이 현재 고속도로 총 연장의 10.14%가 IRI 2.5이상으로 평탄성 관리구간 대상이 되는 것을 알 수 있었다. 또한, 아스팔트와 콘크리트 포장 모두 일반 토공부에 비해 교량구간의 평탄성이 눈에 띄게 좋지 않은 것으로 나타났다.

4. 평탄성 불량 원인분석

4.1 현장조사

고속도로의 포장 평탄성 개선을 위해 IRI 2.5m/km 이상인 구간 중 교량구간에 대해 집중관리대상 구간으로 선정하여 평탄성 불량 원인을 파악하고 현장에서 적용하고 있는 공법을 검토하여 최적 대안을 결정할 수 있는 자료로 활용하였다.

조사대상 구간에 대하여 평탄성 불량원인이 될 수 있는 표면손상, 단차, 보수상태 등을 육안 관찰하였고, 교



량구간 뒷채움 구간에서는 침하상태에 따른 주행차량의 충격과 진동발생 정도를 관찰하였다.

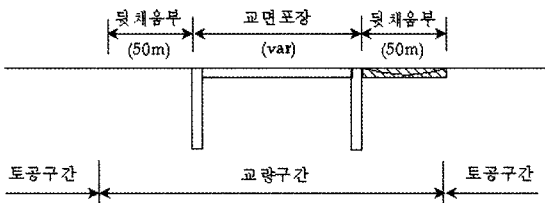
〈표 3〉에 제시된 조사구간 중 주요교량 47개소에 대하여 샘플을 추출하여 장비조사자료를 분석하고 현장육안 조사를 통해 평탄성 불량원인을 검토하였다.

〈표 3〉 조사구간 현황

노 선	구 간	연장 (km)	준공 연도	공용 기간	비 고
영동선	서창→안산	18.0	'94. 7	13년	
	가남→원주	41.9	'94.12	13년	
	원주→새말	18.7	'97.12	10년	
서울외곽순환선	판교→일산	58.2	'99.11 91.12	8년 16년	
중부선	하남→남이	117.2	'87.12	20년	음상-호범 II, 확장예정
호남선	논산→고서	122.8	86.12	21년	
	고서→순천	71.4	96.11	11년	
남해선	순천→광양	8.1	'93.12	14년	
	광양→진주	50.5	92.12	15년	
진주-통영선	진주→서진주	8.3	'96.12	11년	
	서진주→함양	49.8	'98.10	9년	
경부선	청원→수원	100.1	'93. 7	14년	기흥-양재 확장공사중
	수원→양재	18.5	'92. 8	15년	

4.1.1 현장 data 조사

교량에 대한 집중관리 대상구간을 선정하기 위해 〈그림 4〉와 같이 교량구간 전·후에서 토공부 50m지점까지의 뒷채움부(총 100m)와 교면포장 구간으로 구분하여 조사하였다. 분석대상 교량구간 연장은 14,920m로 이중 뒷채움부가 4,630m(31%), 교면이 10,290m(69%)로 구성되었다.



〈그림 4〉 교량구간의 분류

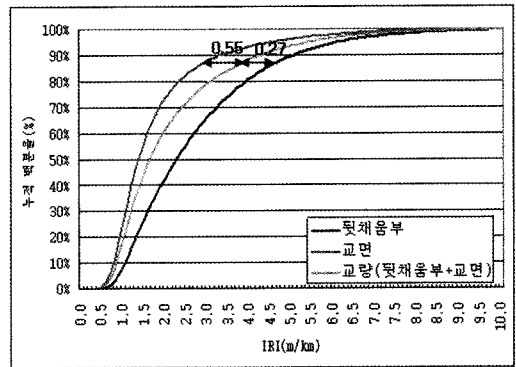
교량구간 IRI를 분석한 결과 〈표 4〉와 〈그림 5〉에서 보는 바와 같이 뒷채움부의 평균값은 3.69m/km로 교면

의 평균값 2.87m/km보다 약 29%정도 크게 나타났다. 이를 통해 뒷채움부의 평탄성이 교면에 비해 상대적으로 매우 불량하다는 것을 알 수 있었으며, 교량구간의 평탄성 불량이 교량 뒷채움부에 상당한 영향을 받는 것으로 분석되었다.

〈표 4〉 교량구간 측정결과

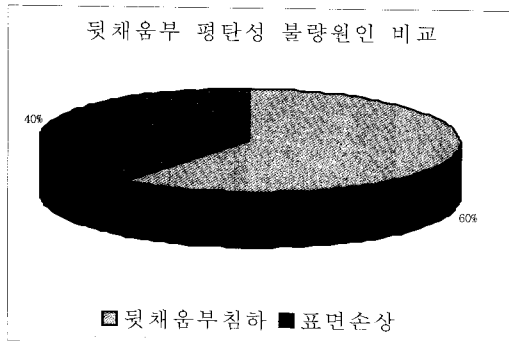
구 분	연장(m)	균열도	IRI	HPCI
교량구간	14,920 (47개)	0.70%	3.42	2.98
뒷채움부	4,630	1.41%	3.69	2.87
교면	10,290	0.38%	2.87	3.22

균열이 평탄성에 미치는 영향을 살펴보기 위해 교량 뒷채움부와 교면의 표면손상 발생량(이하 균열도)을 비교·산출하여 분석하였다. 분석 결과 뒷채움부의 평균 균열도는 1.41(cm/m²)였으며, 교면은 0.38%로 뒷채움부의 균열도가 교면에 비해 약 2.7배 가량 많은 것으로 나타났다.



〈그림 5〉 교량구간 분류에 따른 평탄성 누적 백분율

이렇듯 교량부의 평탄성 저하에 큰 영향을 미치고 있는 뒷채움부의 평탄성 불량원인에 대해 크게 세 가지로 분석해 보았다. 첫째는 표면손상이 그 원인이 될 수 있고, 두 번째는 뒷채움부의 침하에 의한 단차발생, 그리고 마지막으로 신축이음장치의 손상이 그 원인이 될 수 있다. 표면손상이 발생하지 않음에도 평탄성이 불량하다는 것은 침하에 의한 단차 또는 신축이음장치의 손상이 그 원인인 것으로 추정 할 수 있다.



〈그림 6〉 뒷채움부의 평탄성 불량원인 비교

뒷채움부에 대한 손상원인 분석결과 〈그림 6〉에서 보는 바와 같이 표면손상이 발생한 뒷채움부 평탄성 불량 비율은 40%였으며, 표면손상이 발생하지 않음에도 평탄성이 불량한 비율은 60%인 것으로 나타났다. 이를 통해 뒷채움부의 평탄성 불량이 균열보다는 침하에 의한 것임을 알 수 있었다.

마지막으로 교량구간의 HPCI(Highway Pavement Condition Index)를 산출한 결과 뒷채움부의 HPCI 평균값은 2.87, 교면의 평균값은 3.22로 교면의 포장 상태가 뒷채움부 포장상태에 비해 약 10.9%정도 더 좋은 것으로 나타났다. 또한, 뒷채움부가 교면에 비해 평탄성도 불량하고 표면손상도 더 많이 발생하는 것으로 나타났으며, 고속도로 포장의 개량기준이 HPCI 3.0 이하인 것을 감안하면 교면의 포장상태가 상당히 불량한 것을 알 수 있었다.

결국, 교량구간의 평탄성 불량은 표면손상과 뒷채움부의 침하가 그 원인이며 특히, 뒷채움부의 침하가 결정적인 영향을 미치는 것으로 판단된다. 따라서, 뒷채움부의 침하상태를 측정하여 단차발생 정도와 신축이음장치 손상여부를 판별할 필요가 있는 것으로 판단된다.

4.3 현장조사

현장조사를 통해 살펴본 파손 사례별 현황을 살펴보면 다음과 같다.

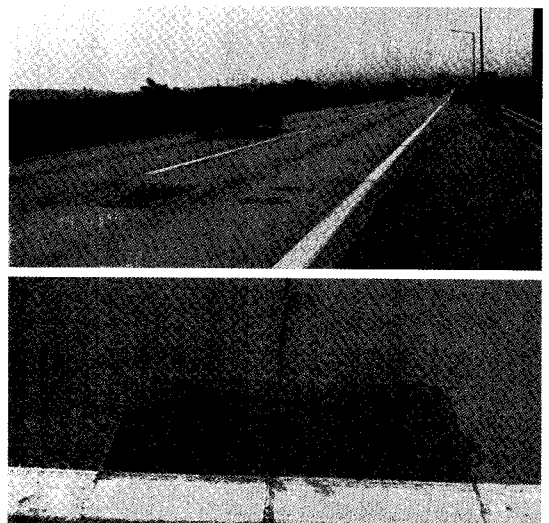
4.3.1 표면손상 사례

교량구간의 표면손상 발생형태를 파악하기 위해 몇 개 교량에 대하여 육안조사를 실시하였다. 중부선 녹현육교의 경우 건설당시 뒤채움부를 콘크리트 접속슬래가

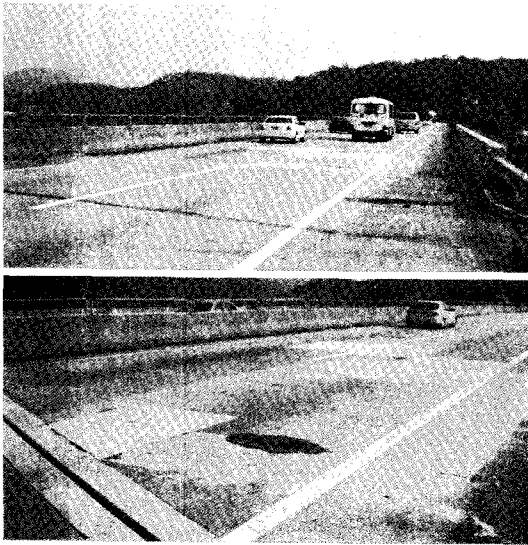
노출된 형식으로 시공한 교량이었다. 이러한 형식은 90년대 이전에 적용한 형식으로 중부선 뿐만 아니라 88선, 호남선에 적용한 바 있다. 교량 시·중점부의 뒷채움부 포장에 집중적으로 파손이 발생하여 콘크리트 단면보수를 수차례 실시하였고, 2차 파손이 발생한 지점에 아스콘 팻칭보수를 실시하였다. 보수지점은 주로 우각부 균열과 줄눈부의 스폴링이 발생한 지점이었으며, 손상은 계속 진행되고 있었다. 휠패스 지점에 발생한 팻칭보수 지점의 단차가 주행차량에 진동과 충격을 주는 것을 현장 육안 관찰을 통해 알 수 있었다.

호남선 순천방향 109km 지점에 위치한 신월교는 교면과 뒷채움부 포장면에 다수의 손상이 발생하여 수차례 단면보수를 실시하였고, 현재도 파손이 진행되어 2차 파손이 발생한 상태이다. 여기서도 표면손상이 휠패스 지점에 발생하였고 보수된 노면과 기존 포장 면과의 단차로 인해 평탄성이 저하되는 것을 볼 수 있었다.

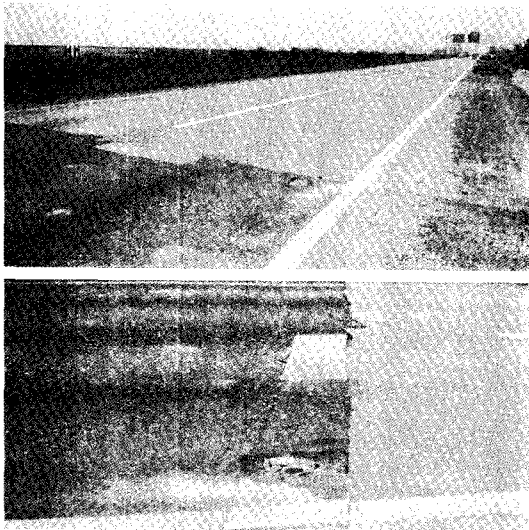
중부선 남이방향 283km 지점에 위치한 산수교의 뒷채움부도 콘크리트포장으로 시공되었으며, 아스팔트 덧씌우기 보수를 40m 정도 실시하였다. 뒷채움부의 표면손상의 심화와 침하로 인해 덧씌우기를 실시한 것으로 추정되며, 하부 표면손상지점의 적절한 처리 없이 덧씌우기를 실시하여 손상이 계속 진행되고 있었다.



〈그림 7〉 중부선 녹현교(남이방향) 표면손상 전경(상), 근경(하)



〈그림 8〉 호남선 신월교(순천방향) 표면손상 전경(상), 근경(하)



〈그림 9〉 중부선 산수교(남이방향) 표면손상 전경(상), 근경(하)

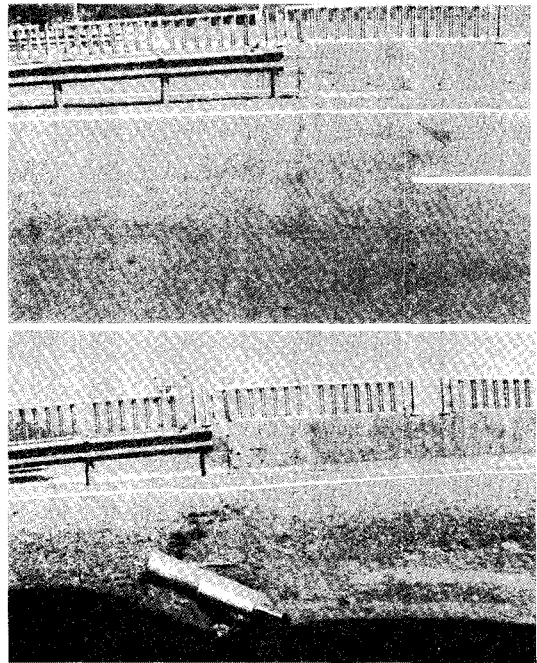
4.3.2 뒷채움부 침하사례

교량구간의 뒷채움부 침하는 주로 고성토 구간이나 확장구간, 그리고 연약지반에서 심하게 발생할 확률이 높다. 도로구조상 부등침하가 발생하기 쉽고 이로 인한 단차로 평탄성이 저하될 수 있다.

일반적으로 단차의 측정방법은 15m 간격의 노면 사이

에 줄을 직선으로 거치한 후 그 사이의 최대깊이로 정의하고 있다. 뒷채움부 침하에 의해 단차발생이 심할 경우 충격 또는 배수 불량으로 주행차량의 안전에 영향을 미칠 수 있어, 통상 교량의 경우 2cm, 암거의 경우 3cm를 유지관리 목표로 하고 있다.

남해선의 순천지사 관내 금촌교의 경우 연약지반에 위치한 교량이며, 뒷채움부에 아스팔트 덧씌우기를 수차례 시행했다. 부등침하가 크게 발생하여 중앙분리대의 단차도 크게 발생하고 도로종단선형이 변화된 것을 관찰할 수 있었다.



〈그림 10〉 남해선 금전교(부산방향) 뒷채움부 침하 전경(상), 근경(하)

4.3.3 현장조사결과

교량구간은 교면포장부와 뒷채움부로 나누어 현장 조사를 실시하였으며, 분석 결과 평탄성이 불량한 원인은 크게 3가지로 분류되었다.

첫 번째 원인은 표면손상이다. 표면손상이 발생한 지점은 대부분 보수가 실시되었지만 거의 2차 손상이 발생하였다. 특히, 차량의 타이어 휠이 통과하는 차륜부 지점에 표면손상이 발생하였을 경우 평탄성이 크게 저하되었다.



두 번째로는 뒷채움부의 침하에 의한 요철발생지점에 서 평탄성이 저하되는 것을 관찰 할 수 있었다. 최근에 시공된 뒷채움부의 포장 형식은 접속슬라브 위에 아스팔트포장이 덧씌워진 형식이지만, 호남선, 중부선, 88선 등 80년대 시공된 콘크리트포장 구간의 뒷채움부는 콘크리트포장 형식이었다. 뒷채움부의 포장 형식에 상관 없이 침하로 인해 덧씌우기를 실시한 곳이 다수 발견되었으며, 남해선 연약지반 뒷채움부의 경우도 침하로 인해 수차례 덧씌우기 보수를 실시하였지만 본선도 동시에 침하되어 도로의 종단선형 변화가 크게 발생하였다.

세 번째는 교량 신축이음장치의 단차 또는 파손이 한 원인이 될 수 있다. 현장 조사당시 신축이음장치 손상에 의한 평탄성 불량교량을 관찰할 수는 없지만, 통상적으로 교량구간의 포장결합 이외의 평탄성 불량 원인은 신축이음장치의 시공불량에 의한 단차와 손상이 주행차량의 승차감을 저해한다고 널리 알려져 있다.

교량구간은 일반 토공부보다도 교면포장의 조기손상, 뒷채움부 침하 등 구조적인 불리함으로 일반 토공부에 비해 수명이 짧고, 기능적 측면에서도 평탄성이 불량할 확률이 매우 높다. 또한, 유지관리 측면에서도 방수층의 시공, 포장단부 다짐불량, 뒷채움부 침하 보수시 정밀시공 등 어려움이 많아 기술적인 측면에서 많은 검토가 요구된다.

5. 개선대책

앞에서 살펴본 바와 같이 뒷채움부와 교면포장 구간을 비교해 보면 뒷채움부의 평탄성이 상대적으로 불량하게 나타나 이에 대한 집중관리가 필요할 것으로 판단된다.

5.1 집중관리대상 구간선정

교량구간에 대한 집중관리 대상구간선정은 IRI 2.5이 상구간으로 하였으며, <표 5>와 같이 선정된 구간에 대하여 노선별 관리대상개소와 교통량에 따른 가중치를 고려하여 우선순위를 선정하였으며, <표 6>에 제시된 바와 같이 노선별 뒷채움부 보수 추진계획을 수립하였다.

<표 5> 노선별 우선순위 현황

구 분	①관리 대상 IRI≥2.5 (개소)	②교통량* (대/차로)	평가점수 (①×②/1,000)	우선 순위 선정
합 계	1,576			
88올림픽선	193	4,218	814	5
경부선	315	16,630	5,238	1
경인선	40	15,995	640	8
구마선	18	11,418	206	11
대전-통영선, 중부선	226	9,197	2,079	4
마산외곽선	26	13,707	356	10
서해안선	344	7,756	2,668	2
영동선	203	12,702	2,579	3
제2중부선	51	13,729	700	7
중앙선	132	5,676	749	6
중앙선의 지선	28	18,495	518	9

* 교통량은 1차로 기준임

<표 6> 노선별 뒷채움부 보수 추진계획

우선 순위	노선명	관리대상 (개소)	연도별 개량계획(개소)				
			2008	2009	2010	2011	2012
합 계		1,576	315	315	315	315	316
1	경부선	315	315	-	-	-	-
2	서해안선	344	-	315	29	-	-
3	영동선	203	-	-	203	-	-
4	대전-통영선, 중부선	226	-	-	83	143	-
5	88올림픽선	193	-	-	-	172	21
6	중앙선	132	-	-	-	-	132
7	제2중부선	51	-	-	-	-	51
8	경인선	40	-	-	-	-	40
9	중앙선의 지선	28	-	-	-	-	28
10	마산외곽선	26	-	-	-	-	26
11	구마선	18	-	-	-	-	18

* 공용기간 경과에 따른 평탄성 저하로 개량대상이 변경되므로, 매년 측정결과분석에 따른 평탄성 개량계획 조정

5.2 교량구간 관리시스템 구축

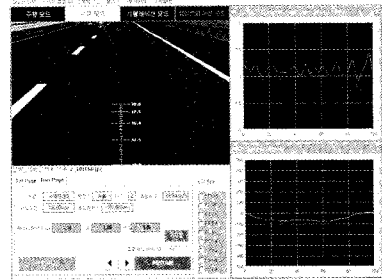
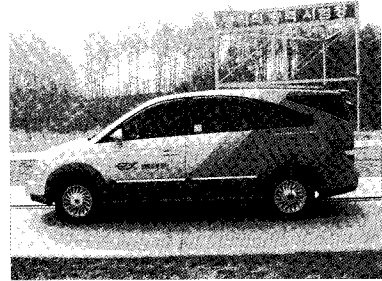
교량구간은 <그림 12>와 같이 접속부를 포함한 포장상태 측정자료(평탄성, 표면손상)와 뒷채움부 침하 측정결과에 의해 교면포장 손상, 교량조인트 단차 또는 손상, 뒷채움부 침하 등 원인에 따라 적정 공법을 판단하여



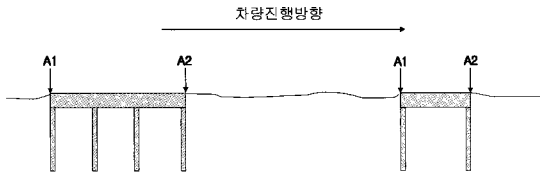
실시하여야 한다. 침하측정은 해당구간의 갓길 노면에 대하여 주기적으로 수준측량을 실시하여 수준측량 시기 별 변화되는 노면의 변화량을 계산하고 해당지점의 포장 덧씌우기 두께를 고려하여 산출하고 있다.

이러한 관리시스템 DB에 들어갈 손상자료 측정 방법으로 포장상태(평탄성과 표면손상)는 자동조사장비(ARAN)로부터 얻은 측정결과를 이용하고, 특히 뒷채움부 침하량은 <그림 11>와 같이 기존 인력측량방법을 대체할 수 있는 자동침하측정시스템 사용하여 정량적이고 효과적인 상태평가가 될 수 있도록 한다.

자동침하측정시스템의 효과검증을 위하여 경부선 00교(서울방향)에 대하여 뒷채움부 및 인접 토공부<그림 13> profile을 측정하여 <그림 12>와 같은 실제 노면 평탄정도를 도출하였다. <그림 14>에서 보는 바와 같이 교대 뒷채움부 구간에서 침하가 확연히 나타나는 것을 알 수 있었다.



<그림 11> 자동침하측정시스템 개발(도로교통기술원)



<그림 13> 교량 침하량 측정구간

이렇듯 교량구간관리 시스템에서는 자동침하측정장비를 이용한 주기적인 조사를 통해 앞의 사례와 같이 교량 뒷채움부 침하량이 과다하게 발생하는지를 관찰하고 이상 징후가 발견되는 구간에서는 즉각적인 보수를 시행 할 수 있도록 하는 대응 시스템을 수립하였다. 교량구간의 평가방법 10m 단위로 평가된 IRI 측정값이 2.5m/km 이상으로 불량한 교량구간을 선별하고 해당구간에 대하여 표면 손상량과 침하량을 측정 및 분석한 후 표면손상, 뒷채움 침하 및 교량 신축이음장치 등 손상원인을 판단하여 보수여부를 결정하여야 하며, 뒷채움 접속부에 대하여는 <표 7>의 뒷채움 접속부 보수평가 기준에 따라 보수여부를 판단한다. <그림 15>는 이를 체계적인 흐름도로 보여주고 있다.



<그림 14> 경부선 서울방향 00교 뒷채움부 침하사례

노선	방향	차로	시점	종점	교량명	표면손상	소삼변형	중단변형성	상태	10m IFCI	상태	손상평가구수	분석항목명				개수	분석항목명				개수
													H	M	L					H	M	L
남해선	순천	1	9.54	9.55	A2'뒷채움부	0	4	1.8	양호	3.73	양호											
남해선	순천	1	9.55	9.56	A2'뒷채움부	0	4	4.58	불량	2.61	불량											
남해선	순천	1	9.56	9.57	A2	0	2	4.63	불량	2.86	불량											
남해선	순천	1	9.57	9.58	석사교	1.58	4	1.35	양호	3.11	양호	2	AP중방형구(선)	4	0	3.64	0	AP행방형구(선)	1	0	1.61	0
남해선	순천	1	9.58	9.59	석사교	0.63	3	0.92	양호	3.62	양호	1	AP중방형구(선)	2	0	2.09	0					
남해선	순천	1	9.59	9.6	석사교	0	4	0.89	양호	4.15	양호											
남해선	순천	1	9.6	9.61	석사교	2.42	3	0.97	양호	3.24	양호	2	AP중방형구(선)	6	0	7.76	0	AP행방형구(선)	1	0	0.31	0
남해선	순천	1	9.61	9.62	석사교	0	3	0.91	양호	4.19	양호											
남해선	순천	1	9.62	9.63	석사교	0.96	2	0.89	양호	3.57	양호	1	AP중방형구(선)	2	0	3.2	0					
남해선	순천	1	9.63	9.64	석사교	0	4	1.05	양호	4.07	양호											
남해선	순천	1	9.64	9.65	A1	0	3	0.82	양호	4.24	양호											
남해선	순천	1	9.65	9.66	A1'뒷채움부	0.55	3	4.31	불량	2.22	불량	2	AP중방형구(선)	1	0	1.01	0	AP행방형구(선)	1	0	0.83	0
남해선	순천	1	9.66	9.67	A1'뒷채움부	0	3	3.4	양호	3.08	양호											

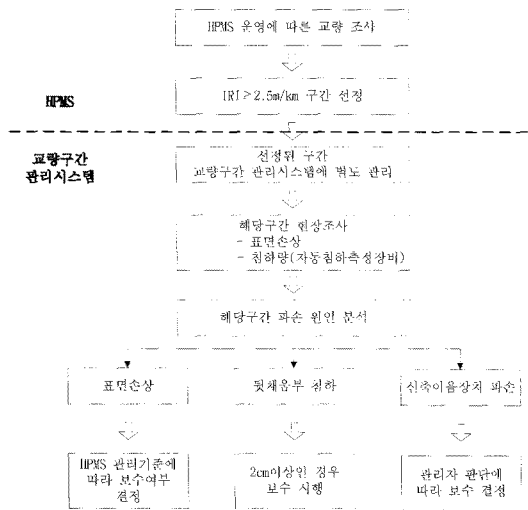
<그림 12> 교량구간 측정자료 "예시"



〈표 7〉 뒷채움 접속부 보수 평가기준

측정대상	평가기준	측정방법
IRI ≥ 2.5m/km	침하 2cm 이상	15m 줄자측정법 (자동측정장비 사용)

※ 단, 교면포장 구간은 HPCI를 기준으로 평가(HPCI ≤ 3.0 일 경우 교면포장개량)



〈그림 15〉 교량구간 보수구간 선정 흐름도

5. 결론 및 향후 연구과제

갈수록 높아지는 도로 이용자의 요구 수준에 따라 고속도로 평탄성 관리의 중요성은 점점 강조되고 있으나 고속도로 평탄성 평가에 큰 영향을 미치는 것으로 알려진 교량부에 대한 체계적인 관리가 부족한 실정이며 이는 도로 이용자 수준에 맞는 도로 운영·유지관리 수준 향상을 늦추게 하는 원인이 되고 있다. 이에 대한 대책을 마련코자 2003년 이래로 자동화장비(ARAN)를 이용하여 조사된 고속도로 구간 포장상태 측정결과의 분석을 통해 교량구간 등과 같은 평탄성 취약 구간과 그 원인을 조사·분석하여 평탄성 개선방안을 검토하였다.

포장상태 조사자료 분석과 이에 대한 현장 검증 결과, 교량구간의 불량구간이 토공부에 비해 2.4배 정도 많이 발생한 것으로 나타났으며, 그 원인은 다음과 같이 조사되었다.

교량구간의 평탄성 불량 원인은 교면포장(접속부 포함)의 조기손상뿐만 아니라 뒷채움부 침하에 의한 접속부 포장의 단차가 주요 원인인 것으로 분석되었다. 또한, 균열 및 줄눈부의 스프링 확대, 단면보수 지점의 단차 또는 재파손 등이 그 원인이었다.

이러한 평탄성 불량구간에 대하여 효과적으로 개선할 수 있도록 현재 정기적으로 시행하고 있는 조사장비에 의한 포장상태 측정(ARAN)과 병행하여 뒷채움부 침하가 원인인 단차를 보다 정밀하게 측정하기 위하여 본 연구에서는 자동침하시스템을 사용하여 일부구간 시험 운영 결과 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다.

이러한 자동침하시스템과 ARAN 장비를 이용한 조사 결과를 바탕으로 접속부 및 뒷채움부를 중점적으로 관리하는 교량구간관리 시스템 구축을 위한 시범운영을 통하여 향후 교량구간 평탄성 관리에 획기적인 개선 효과를 기대한다.

참고문헌

1. 고속도로 포장상태 조사분석 보고서(2004, 한국도로공사)
2. 고속도로 포장상태 조사분석 보고서(2005, 한국도로공사)
3. 고속도로 포장상태 조사분석 보고서(2006, 한국도로공사)
4. A STATISTICAL ANALYSIS OF FACTORS ASSOCIATED WITH DRIVER-PERCEIVED ROAD ROUGHNESS ON URBAN HIGHWAYS (2002, Kevan Shafizadeh, Fred Mannering)
5. CONCRETE PAVING TECHNOLOGT(2000, America Concrete Pavement Association)

접 수 일 : 2008. 7. 25

심 사 일 : 2008. 7. 25

심사완료일 : 2008. 8. 12

