

## 중부고속도로 평탄성 특성에 관한 연구

A Study for Roughness of Joungbu Expressway

김 성 호 \* · 서 영 찬\*\* · 조 윤 호\*\*\* · 박 경 부\*\*\*\*

Kim, Sung Ho · Suh, Young Chan · Cho, Yoon Ho · Park, Kyung Boo

### Abstract

Concrete pavement of Jungbu Expressway composed of CRCP(Continuously Reinforced Concrete Pavement) and JCP(Jointed Concrete Pavement). The CRCP was firstly constructed and applied to new expressway in Korea. It is a good source of the study to analyze the performance of CRCP and JCP because it experiences same amount of traffic and environmental loading. Up to the present, condition survey has conducted several times during 13 years but roughness measurement has not been carefully conducted.

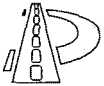
Through comparisons among several types of pavement(CRCP, JCP, Asphalt) by roughness, CRCP is superior to JCP. In addition, connected sections in the highway such as bridges and tunnels that have higher IRI values, about 5mm/m, than normal sections should be considered appropriated maintenance such as diamond grinding. The relationship between IRI and distresses carried out by Korea Highway Cooperation in 1999 showed that the number of crack is related to IRI value in JCP, while other distresses of JCP and CRCP are not shown clearly. The comparison study with IRI values between Jungbu Expressway and GPS-3(JCP) and GPS-5(CRCP) of LTPP data also showed that roughness of Jungbu Expressway is not inferior to that of the state. Some of section showed larger values of IRI are linked with under-ground structures for passages and drainages. The overall performance considering only roughness, the CRCP is also superior to JCP in sections with under-ground tunnels.

**Keywords** : Roughness, IRI, Profile, CRCP, JCP

### 요 지

무근 콘크리트 포장(JCP)과 연속철근 콘크리트 포장(CRCP)간의 우열 논쟁은 추후의 공용성 비교를 위해 중부고속도로(1987년 개통)를 두가지 포장형식으로 절반씩 시공하기에 이르렀다. 개통 후 13년이 경과한 현 시점에서 두 포장의 공용성을 직접 비교하는 것은 의미 있는 일이다. 본 연구는 두 포장을 비교하기 위한 기본적 연구로서, 우선 고속도로 기능의 핵심이 되는 평탄성(IRI)을 중부고속도로 전구간(상행선 주행차로)에 대해 자동포장상태조사장비(ARIA)를 이용하여 조사 분석하였다. 중부고속도로 평탄성을 포장 형태별(CRCP, JCP, 부분적 Asphalt)로 비교·분석한 결과, CRCP, JCP, Asphalt의 순서로 우수한 평탄성을 나타내었고, 교량 및 터널 접속부에서는 IRI(Internation Roughness Index)가 5이상으로서 개선의 여지를 가지고 있었다. '99년 한국도로공사에서 실시한 중부고속도로 포장표면 결합조사 자료와의 상관관계를 검토한 결과, JCP의 경우는

\* 정회원 · 한양대학교 교통공학과 석사과정  
 \*\* 정회원 · 한양대학교 교통공학과 교수  
 \*\*\* 정회원 · 중앙대학교 토목공학과 교수  
 \*\*\*\* 정회원 · 삼보기술단 회장



균열과 IRI가 서로 상관관계가 있는 것으로 나타났으며, 기타 파손들은 뚜렷한 관계를 나타내지 못하였다. 또한, 미국 LTPP(Long Term Pavement Performance) 자료중 JCP 구간인 GPS-3과 CRCP 구간인 GPS-5 자료를 바탕으로 평탄성 측면을 비교한 결과 중부고속도로가 선진국 콘크리트 포장에 뒤떨어지지 않음을 확인하였다. 토공부에서의 평탄성 저하 구간의 가장 큰 원인은 지하통로 및 배수로 통과 등이었으며, 지하통로가 있는 CRCP 및 JCP 구간을 비교한 결과, CRCP가 역시 좋은 평탄성을 보여주었다.

**핵심용어** : 평탄성, IRI, profile, 연속철근 콘크리트 포장, 무근 콘크리트 포장

## 1. 서 론

중부고속도로가 공용된 지 13년이라는 시간이 경과하였다. 국내 신설 고속도로에는 처음으로 시공한 연속철근 콘크리트 포장(Continuously Reinforced Concrete Pavement, 이하 CRCP)과 무근 콘크리트 포장(Jointed Concrete Pavement, 이하 JCP) 두 종류로 구성된 중부고속도로(CRCP: 56.2km, JCP: 36.7km)는 두 포장간의 공용성 비교에 더없이 좋은 연구 자료이다. 지금까지 중부고속도로에 대해 표면결함 조사는 부분적으로 실시되었으나 평탄성 측면에서는 미흡하였다. 주행속도가 낮은 일반도로에 비하여 고속도로는 포장의 국부적 표면결함보다는 평탄성 측면이 더욱 중요한 요소이다. 평탄성은 PMS(Pavement Management System)의 포장상태조사에서도 표면결함과 더불어 필수적인 항목이다. 물론 콘크리트 포장은 아스팔트 포장과는 달리 러팅의 영향이 없어 지속적인 평탄성을 제공한다는 것이 일반화된 사실이나 단차, 균열 등으로 인해 평탄성이 저하될 수 있다.

무근 콘크리트 포장과 연속철근 콘크리트 포장의 평탄성 비교는 국내에서 미흡한 실정이다. 국내 최초로 JCP와 CRCP를 동시에 시공하여 공용해 온 중부고속도로를 평탄성 측면에서 상호 비교하는 것은 우수한 포장 형식을 판단하는 데에 귀중한 기초 자료가 될 것이다. 또한 평탄성이 어떤 곳에서 특히 떨어지는지 평탄성 패턴을 분석하였으며, 표면결함과 평탄성이 어떠한 상관관

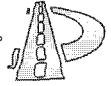
계를 갖는 지에 대해서도 분석해 보았다. 건설당시 우수한 설계 및 시공능력으로 건설되었다고 평가받는 중부고속도로의 평탄성이 외국에 비해 어떠한 수준인지를 미국 LTPP(Long Term Pavement Performance) 자료와 비교해 보았다.

## 2. IRI (International Roughness Index)

본 조사에서는 여러 평탄성 지수(IRI, QI, PrI, PSI 등)중에서 국제적 표준인 IRI를 사용하였다. 최근에 개발된 대부분의 포장 평탄성 자동측정장비에는 IRI를 산출하는 프로그램이 포함되어 있다. IRI는 도로의 실제 profile을 측정하여 voltage 값으로 erd라는 특정 file 양식으로 저장되며, Quarter-car simulation을 거쳐 80km/h 주행시의 수직변위의 합으로 나타내게 된다.

### 2.1 Quarter-car simulation

IRI는 전문용어로 평균정류경사(Average Rectified Slope)라고 하여 기준간격으로 읽어들이는 각각의 data point(또는 level point)에서의 정류경사를 합산하여 평균한 값으로, 그 단위는 m/km(mm/m) 또는 in/mi로 표시된다. 이것은 80km/h로 주행시 자동차 차대의 수직운동 누적값(in 또는 m 단위)을 주행한 거리(mi 또는 km)로 나눈값을 의미한다. 여기에서 Quarter-car로 불리는 가상의 표준 차량이 80km/h의 속도로 노면을 주행할 때 노면



요철에 의한 표준차량의 동적반응을 수학적으로 해석한 것이다. 이러한 일련의 과정을 Quarter-car simulation이라고 한다.<sup>(1)</sup>

## 2.2 IRI 평가기준

IRI의 범위는 0~24m/km로서 포장도로는 물론 노면상태가 극도로 불량한 비포장도로에 이르기까지 포괄적으로 적용할 수 있도록 제안되었다. 그림 1에서는 공항 활주로에서부터 비포장도로에 이르기까지 모든 종류의 도로를 망라하여 대체적인 평탄성 수준을 표시한 것이다. 이론상 절대적으로 완전한 상태의 평탄성을 0으로 하고, 수치가 증가할수록 점차 평탄성이 불량해지는 것을 나타낸다. 도로 등급별로는 공항 활주로나 고급 고속도로와 같은 경우는 IRI가 2.0m/km 이하이며, 주행속도로 볼 때 100km/h 정도의 속도로 무리없는 주행을 하기 위해서는 3.0m/km 이하가 되어야 함을 보여주고 있다.

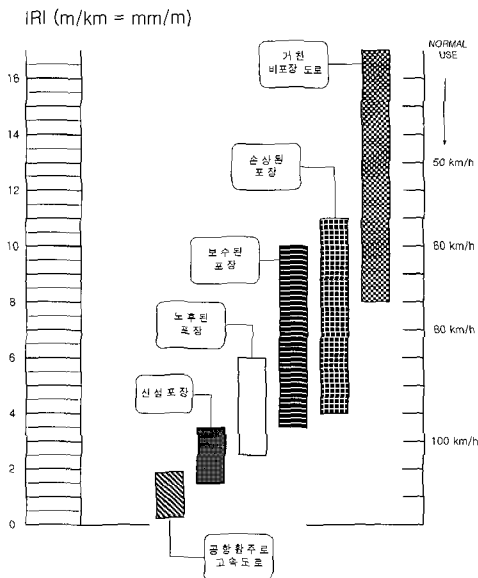


그림 1. IRI값에 따른 평탄성 수준<sup>(2)</sup>

## 3. 평탄성 조사

### 3.1 예비조사

조사대상구간은 중부고속도로에서 중차량 교통량이 많고 파손이 가장 심한 상행선 주행차로(외측차로)로 하였다. 조사장비는 ARIA(Automated Road Image Analyzer)를 이용하였다. 그림 2에서 보는 바와 같이 ARIA의 평탄성 측정장비는 레이저를 이용하는데 양쪽 바퀴 궤적을 따라 프로파일 일을 측정하고 있다.

예비조사는 구조물의 위치와 CRCP, JCP, Asphalt 등 포장의 변경부 및 미끄럼방지 포장 등 특수한 구간의 위치를 파악하기 위하여 진행되었으며 다음 사항들이 자세하게 조사되었다.

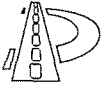
- 최적 조사 시·종점
- 포장형식 변경 위치
- 구조물의 실제 위치 및 연장길이
- 기타 특이사항(절성토 여부, IC/JC 위치, 주변여건 등)

상기의 항목을 승용차를 이용하여 고속도로 길어깨 부분으로 주행하면서 육안조사후 기록하는 방식을 이용하였다.

위치에 대한 거리기준은 km post와 고속도로 상에 500m 단위로 설치되어 있는 표식물을 기준으로 하였다. km post는 거리상 정확함을 떠나서



그림 2. ARIA



육안으로 가장 쉽게 구별할 수 있는 방법이다.

중·대 교량(50m 이상)의 경우 교량 연장이 대부분 표기되어 있었으나 소교량(50m 이하)은 표기되어 있지 않거나 떨어진 것이 대부분이었다. 이로 인하여 구조물 연장은 도로공사의 database 자료를 함께 참조하였다. 예비조사시 조사한 구조물 연장은 구조물이 끝나는 부분을 예측하고 구조물 접속부와 내부를 구분하는 자료로 활용하였다.

### 3.2 본조사

ARIA의 조사결과는 그림 3과 같이 IRI의 산출을 위한 기본 file 형식인 erd file로 저장된다. 본조사에는 조사구간 전체를 연속적으로 조사하였으며, 조사차량 앞에 유도차량(승용차)을 배치하여 ARIA 앞에서 거리를 두고 진행하면서 erd file을 구분하게 될 부분(포장변경부, 구조물 시·종점 등)이 나타나면 신호를 보내어 erd file이 구분할 수 있도록 하였다.

```

ERDFILE 2.00
10,          467, 467, 1, 5,          .1524625, -1,
TITLE Hanyang University -ARIA System
SHORTNAME1  L1  L2  L3  DMI
LONGNAMEAccell Laser1 Laser2 Laser3 Distance Mealnst.
UNITSNAMEin  in  in  in  ft
XLABEL Distance
XUNITS ft
END
1.930542,6.165771,6.263123,5.918274,1.5,79287.64
2.080078,6.174622,6.272278,5.918274,1.6,79287.64
1.997375,6.178589,6.272888,5.94635,1.7,79287.69
2.029114,6.230774,6.329956,6.000061,1.8,79287.75
2.048035,6.273499,6.355591,6.01532,2,79287.8
2.227173,6.276245,6.36261,6.023254,2.1,79287.86
2.066956,6.256104,6.338196,5.5,987854,2.3,79287.91
.

```

그림 3. 저장된 erd file의 예

#### 3.2.1 Erd file의 수집 및 관리

Erd file을 구분할 때는 예비조사를 통하여 이

미 조사된 결과에 따라 구간별로 file number를 표기하였다. 이 조사 sheet는 중부고속도로 상행선을 주행하면서 만나게 되는 구조물과 포장변경부 등 조사와 관련된 내용을 km-post 순서대로 표시하여, 조사자가 sheet에 표시된 순서에 따라 file을 구분하여 관리하도록 되어있다. 구분은 조사차량의 장비에 의하여 조작자가 키만 작동하면 자동으로 file이 구분되도록 하였다. Erd file의 변화 경계지점은 다음과 같다.

- 포장변경 시·종점 : CRCP, JCP, Asphalt, 미끄럼방지 포장
- 구조물 시·종점 : 교량 및 터널 (접속부 포함)

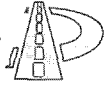
여기서 구조물 접속부 약 24m 구간의 경우 평탄성 측면에서 일반 토공부와 다른 특성을 가지고 있으므로 파일 구분시 교량부분으로 포함시켜 관리하였다. 접속부의 길이를 24m로 한 것은 통상적인 구조물 접속부가 철근으로 보강된 줄눈이 있는 콘크리트로 24m 정도의 길이로 구성되어 있음에 근거하였다.<sup>(3)</sup>

#### 3.2.2 Profile 수집 조건

IRI를 구하기 위한 프로파일 자료를 수집하는데 있어서 기본 자료 수집단위는 30cm(1ft)로 하였다.<sup>(4)</sup> 실제 프로파일을 조사하기 위한 조사차량(ARIA)의 주행속도는 50km/h를 유지하였으며, 주행차량 우측바퀴를 기준으로 조사하였다.

#### 3.2.3 조사구간

조사구간은 하남기점 116.2km 지점에서 동서울톨게이트 직전의 하남기점 4km 지점까지로 총 112.2km를 선정, 조사하였다. 시·종점에 약간의 여유를 둔 것은 조사차량이 남이분기점에서 중부고속도로로 접어들어 조사준비 및 주행속도(50km) 확보를 위한 거리 및 종점의 톨게이트로 인해 더 이



상 조사가 불가능하다는 점등을 고려한 것이다.

조사구간내에 합류점은 호법분기점 1곳이며, 인터체인지는 광주 IC 등 총 7곳(동서울 IC 제외)이었다.

### 3.2.4 조사결과

수집한 erd file은 총 172개였으며, 이중 토공부가 76개, 교량부가 85개, 터널 4개, 미끄럼방지포장이 7개소였다. 표 1은 각 구분별로 수집된 erd file 개수를 나타낸다.

표 1. 각 구분별 erd file 수

구분	토공부			교량부		터널		미끄럼방지포장		계
	포장	CRCP	JCP	Asph	Conc	Asph	JCP	CRCP	JCP	
file 개수	41	30	14	63	13	4	4	1	2	172
계	85			76		4		7		

### 3.3 사후조사

본조사 결과 평탄성이 특별히 나쁘다고 조사된 구간에 대하여 그 원인을 파악하기 위해 육안에 의한 사후조사를 실시하였다. 사후조사 구간은 본조사 결과 IRI값이 5이상인 구간중에서 특이사항이 있다고 판단되는 구간에 대하여 실시하였다. 다만, 구조물 접속부는 IRI값이 높은 원인이 분명하므로 조사대상에서 제외하였다.

조사방법은 조사구간이 표시된 5m profile 대장을 참조하여 현장 육안조사를 실시하였다. 육안조사시 주변 지하통로 및 배수로 등 소구조물 유무와 포장면 파손여부, 보수여부, 기타 특이사항 등을 조사하였다.

## 4. 조사결과 및 분석

### 4.1 적정 IRI 단위길이

적정 IRI 단위길이를 결정하기 위하여 단위길

이 20m, 10m, 5m, 3m 별로 IRI를 산출하여 비교해 보았다. 본 분석에서 먼저 20m를 사용해 본 결과 전반적인 평탄성을 검토하기에는 무리가 없었으나 구간별 특성을 살펴보기에는 부족한 면이 있었다. 이는 IRI 산출시 단위구간의 길이가 길어지면 튀는 값들의 영향이 이동평균으로 인해 상쇄되기 때문이다. 다양한 단위길이에 대한 분석 결과는 그림 4와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 단위길이 10m의 경우는 20m에 비하여 IRI 패턴이 크게 달라지지 않았으며, 단위길이 3m의 경우는 구간에 따라 IRI의 상·하폭이 너무 커서 특성 파악에 도움이 되지 않는 것으로 판단되었다. 따라서 본 연구에서 분석의 단위길이는 5m를 기준으로 하였다. 5m 분석의 경우 구조물(교량, 터널)

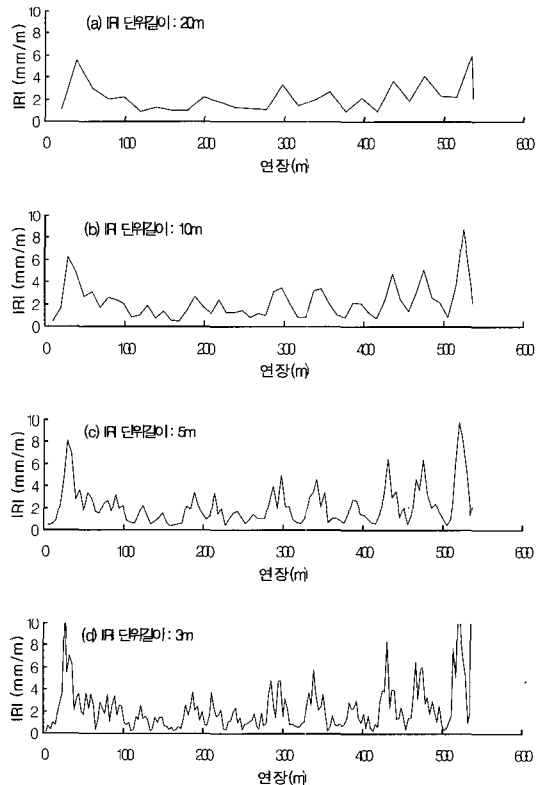
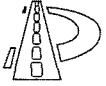


그림 4. 산출길이별 IRI 패턴 비교 (남촌교의 예)



의 경계부분이 두드러지면서도 분석에 무리없는 IRI 변화폭을 보여주었다.

## 4.2 결과분석

조사한 평탄성 자료(IRI)는 전체 포장 형태별 비교와 함께 토공부와 교량부 및 터널부간 비교를 실시하였다. 또한, 포장 형태별 평탄성값의 차이 여부를 통계적으로 확인해 보았고 구조물 접속부에서의 특성을 분석하였다. 통계적 비교의 경우 SAS 프로그램<sup>(5)</sup>을 사용하였다.

중부고속도로 전체구간의 평탄성은 공용한지 13년이 지난 현재 IRI가 1.41로서, 그림 1의 분류에 따르면 고속도로로서 우수한 상태임을 보여주고 있다. 토공부의 경우 포장종류에 따라 CRCP와 JCP, 아스팔트로 구분하였고, 교량과 터널은 접속부와 내부로 구분하여 분석하였다.

### 4.2.1 토공부와 구조물 형태별

중부고속도로 IRI값을 구조물 및 포장 형태별로 비교해 보았다. 그 구분은 토공부와 교량접속부, 교량내부, 터널접속부, 터널내부, 미끄럼방지포장으로 나누었다. 구조물(터널 및 교량)의 경우, 접속부의 평탄성이 특히 불량하므로 접속부와 내부를 구분하여 분석하였다. 구조물 접속부 IRI값의 경우 접속부 구간중 가장 큰 값을 선택하였다. 교량은 50m이상의 교량만을 분석에 포함시켰다. 50m이하 소교량은 제외하였는데, 이는 소교량의 경우 교량접속부와 교량내부의 특성을 뚜렷이 구분할 정도의 연장이 되지 않기 때문이었다. 다음 그림 5는 전형적인 교량부 전후의 IRI 변화 패턴을 나타낸 것이다.

그림 6은 각 포장 형태별 평균 IRI를 나타낸 것이다. 토공부 IRI값이 1.29로 가장 좋음을 알 수 있고, 교량 및 터널 접속부는 모두 5이상을 나타내어 고속도로 승차감 저하의 주범으로 나타났

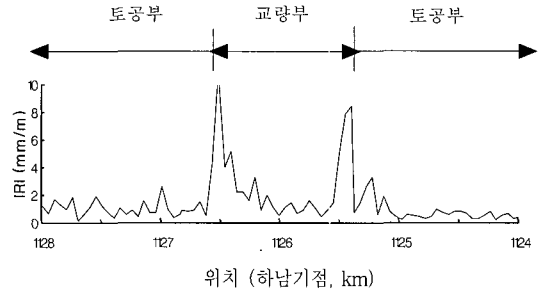


그림 5. 교량전후의 IRI 변화 패턴 (비하육교 주변의 예)

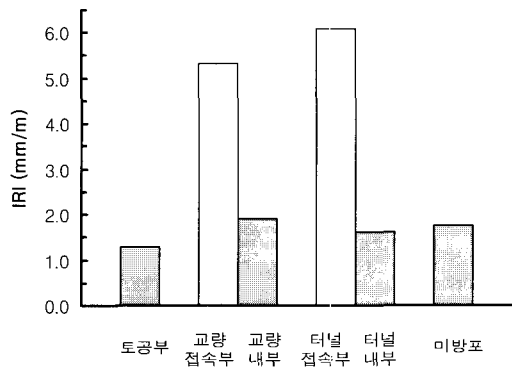


그림 6. 토공부와 구조물간 평균 IRI 비교 (중부고속도로 전체구간)

다.

표 2는 토공부와 교량내부, 터널내부, 미끄럼방지포장의 평균 IRI를 비교한 것으로, 통계분석에 의하면 네종류의 IRI 평균이 서로 같지 않음을 알 수 있었다.

표 2. 토공부와 구조물간 평균 IRI 비교 결과표

구분	자료수	평균	F value	Pr > F	Duncan Grouping
토공부	19,632	1.29	184.05	0.0001	A
교량내부	1,468	1.92			B
터널내부	274	1.61			C
미방포	459	1.75			D

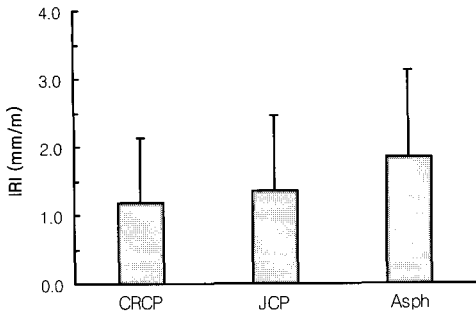
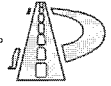


그림 7. 포장 종류별 IRI의 평균 및 표준편차 비교 (토공부)

#### 4.2.2 토공부 포장 형태별

토공부의 CRCP 및 JCP, 아스팔트 포장의 평탄성을 비교하였다. 그림 7은 각각의 IRI 평균과 표준편차를 나타낸 것이다. 그림 7에서 보는 바와 같이 CRCP 구간이 평균 IRI 1.19로 가장 평탄성이 양호하였으며, 상대적으로 아스팔트 포장구간이 가장 떨어졌다.

표 3은 CRCP와 JCP 구간의 평균 IRI를 비교한 것으로, 평균차가 그리 크지는 않았지만 그 차이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

표 3. CRCP와 JCP간 T-test 결과표

종류	평균	표준편차	자료수	T	Prob>  T
CRCP	1.19	0.95	11,232	-10.9007	0.0000
JCP	1.36	1.10	7,336		

표 4는 아스팔트 포장과 JCP 구간의 평균 IRI를 비교한 것으로, 역시 JCP 구간이 Asphalt 포장구간에 비하여 평탄성이 양호한 것으로 나타났다.

표 4. Asphalt와 JCP간 T-test 결과표

종류	평균	표준편차	자료수	T	Prob>  T
Asph	1.85	1.28	1,064	13.3352	0.0000
JCP	1.36	1.10	7,336		

#### 4.2.3 표면결함 육안조사 결과와 IRI의 상관관계

'99년 한국도로공사에서 실시한 중부고속도로 표면결함 육안조사 결과<sup>(6)</sup>와 본 조사에서 얻은 IRI와의 관계를 살펴보았다. JCP 경우, 그림 8에서 보는 바와 같이, 균열(균열개수/km)과 IRI와의 관계가 약간의 상관관계( $R^2=0.45$ )를 보이는 것으로 나타났다. 그러나, 기타 다른 파손형태(줄눈재파손, 스폴링, 단차, 표면결함/km)와는 큰 관계가 없는 것으로 나타났다. 이는 기타 파손형태

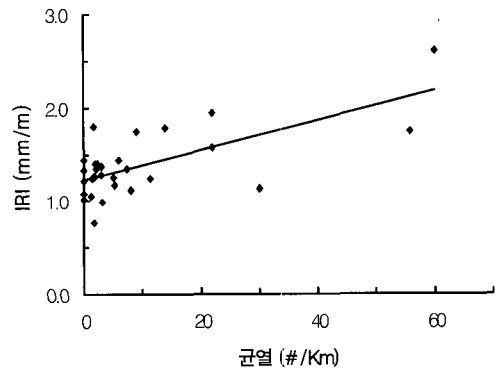


그림 8. 중부고속도로 JCP구간과 균열 육안조사 결과와의 상관관계

가 평탄성 조사계획에 포함되지 않을 확률이 높고 파손형태의 개수도 작아서 통계적 유의성을 가지지 못한 것으로 판단된다. CRCP에서도 스케일링, 패칭부파손, 종방향균열, 망상균열 등과의 상관관계를 분석해 보았으나 뚜렷한 관계를 보이지 못했다. 이는 CRCP의 경우 철근배치로 인하여 횡방향균열이 큰 구조적 문제를 일으키지 않으며, 횡방향균열 이외의 빈도도 크지 않기 때문인 것으로 판단된다.

#### 4.2.4 중부고속도로와 미국 LTPP 구간과의 IRI 평균 비교

중부고속도로 토공부에서의 CRCP와 JCP 구

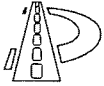


표 5. 미국 LTPP 자료 선정기준

구분	미국 LTPP	중부고속도로
강우량	1,000 ~ 1,500mm	평균 1,300mm
슬래브 두께	10 ~ 13 in	30cm (11.8 in)
교통량(AADT)	1,000	65,600 <sup>(7)</sup>

주) 1996년 기준<sup>(8)</sup>

간에 대하여 미국 LTPP<sup>(7)</sup> 자료중 표 5에 해당하는 조건의 구간과 IRI 평균을 비교해 보았다. 기본적으로 GPS-3(JCP)와 GPS-5(CRCP) 구간을 모두 선택하였으며, 기온 및 기후, 보조기층 재료의 경우, 이 항목들까지 제한할 경우 자료의 절대량 부족으로 효과적인 비교가 이루어질 수 없다는 판단아래 별도의 제한을 하지 않았다.

그림 9와 그림 10에서 보는 바와 같이, CRCP와 JCP 구간 모두 미국에서 공용중인 포장의 IRI와 비교해 보았을 때 비슷한 수치를 보이고 있다. 이것은 우리나라의 CRCP와 JCP는 선진국 포장과 비교하여 평탄성 측면에서 뒤떨어지지 않음을 보여주고 있다.

#### 4.2.5 사후조사

IRI값이 5.0 이상인 구간중에 대해서는 그 원인을 파악하기 위해 사후조사를 실시하였다. 구조물 접속부는 IRI값이 높은 원인이 분명하므로 대상에서 제외하였고, 아스팔트 포장구간도 분석에서 제외하였다. 그림 11은 사후조사를 실시한 후 대상구간을 평탄성이 나쁜 원인별로 구분한 것이다. 가장 큰 원인은 고속도로 지반 하부를 지나는 지하통로 및 배수로로 인하여 주변 다짐이 불량한 것이 평탄성 저하를 가져온 것으로 조사되었으며, 기타 절성 경계부와 패칭구간에서도 소수 발견되었다. 따라서 설계 및 시공시 지하통로 및 배수로 뒷채움부 다짐에 특별한 주의를 기울여야 할 것으로 판단된다.

지하통로가 있는 구간은 그림 12에서 보는 바

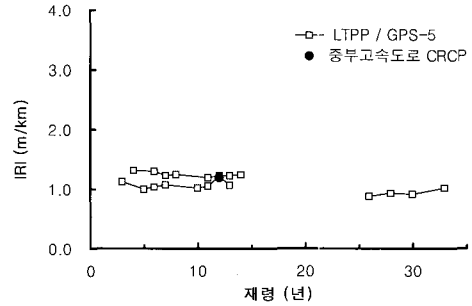


그림 9. 중부고속도로 CRCP와 미국 LTPP간 IRI 비교  
(기타 data는 미국 LTPP 자료)

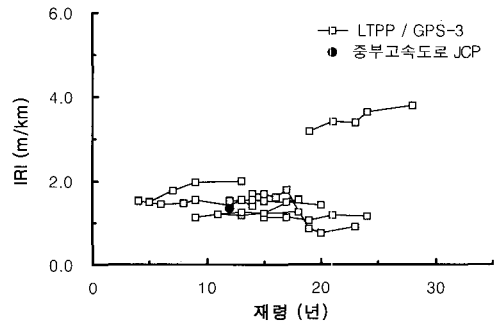


그림 10. 중부고속도로 JCP와 미국 LTPP간 IRI 비교  
(기타 data는 미국 LTPP 자료)

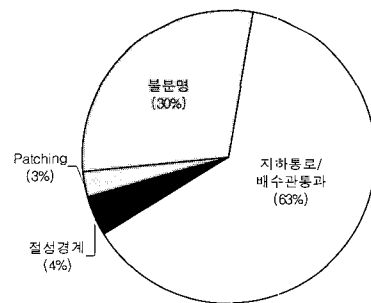


그림 11. 사후조사 구간의 특징  
(Concrete 포장구간, 토공부 총 68개소 조사)



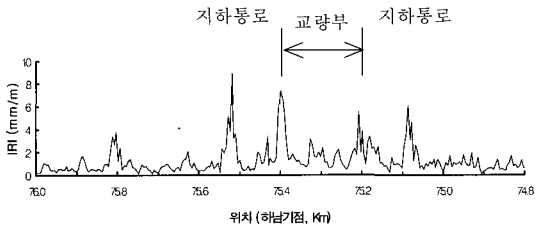
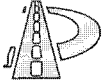


그림 12. 지하통로와 교량이 연속되는 구간 IRI 변화 패턴 (삼호교 주변의 예)

와 같이 일반 토공부에 비하여 IRI값이 현저히 큰것을 알 수 있었다.

사후조사 구간중 평탄성 저하의 가장 큰 원인이 지하통로로 조사된 구간의 경우 CRCP와 JCP 구간에서 각각 어떠한 IRI값을 가지는가에 대하여 분석해 보았다. 평탄성이 나쁘다고 판단된 사후조사 구간중 CRCP에서 지하통로가 원인이 된 곳은 28개 소이며, JCP는 15개소였다. 이 두 포장의 평균을 분석해 본 바, CRCP가 JCP보다 좀 더 나은 평탄성을 제공하는 것으로 나타났다(표 6 참조). 이는 JCP에 비하여 CRCP의 경우, 철근이 구조물 뒷체 음부의 다짐불량에 의한 침하를 어느정도 지지하여 평탄성이 나은 것으로 풀이된다.<sup>(9)</sup>

표 6. 지하통로 원인중 CRCP와 JCP의 평균 IRI 비교결과

종류	자료수	평균	표준편차	T	Prob>  T
CRCP	28	6.84	1.99	-1.4324	0.1596
JCP	15	7.89	2.79		

## 5. 결론

중부고속도로가 개통된 지 13년이 되는 2000년, 이 도로의 평탄성 특성을 파악하기 위해 자동포장상태 조사장비(ARIA)를 이용하여 전체구간(상행선 주행차로)의 평탄성(IRI)를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) CRCP와 JCP의 평탄성을 비교하여 본 결과, CRCP 구간의 IRI가 1.19로 JCP의 1.36에 비하여 우수한 것으로 나타났다. 특히 일반적으로 평탄성이 불량한 구간인 지하통로 통과구간은 CRCP가 JCP보다 양호한 상태를 보여주었다.

(2) 구조물(교량 및 터널) 접속부의 경우 평균 IRI가 5이상으로 특히 큰 값을 보였다. 이는 접속부의 침하 및 이로 인한 보수(패칭 등)가 원인인 것으로 판단된다.

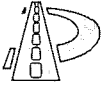
(3) 1km 단위 구간별 표면결함(균열)과 IRI와의 상관관계를 분석해 본 결과, JCP의 경우 균열과 상관관계가 있는 것으로 나타났으며, CRCP 및 기타의 경우는 뚜렷한 상관관계가 없는 것으로 분석되었다.

(4) 미국 LTPP의 평탄성 자료와 중부고속도로의 평탄성을 비교해 본 결과, JCP 및 CRCP 모두 비슷한 조건을 가진 선진국의 포장에 비하여 뒤떨어지지 않는 것으로 나타났다.

(5) 평탄성 저하구간을 조사한 결과, 지하통로 및 배수관이 통과하는 지역이 가장 큰 원인으로 나타났으며, 이 구간을 CRCP와 JCP 구간으로 구분하여 평균 IRI를 비교해 본 결과, CRCP가 JCP에 비하여 역시 양호한 것으로 판단된다.

## 6. 참고문헌

1. 한국도로공사 도로연구소, 포장의 평탄성 특성 연구(II), 도로연92-13-10, 1992.12
2. Shahin, M.Y., *Pavement Management For Airports, Roads And Parking Lots*, 1994
3. 건설부, 한국도로공사, *중부고속도로 건설지*, 1988.12
4. Sayers, M. W. and Karamihias, S. M., *The Little Book of Profiling*, Basic Information about Measuring and Interpreting Road Profiles, 1997.10
5. MHM ASSOCIATES, INC., *RufScan, A Post Processing Tool For Calculation Of Iri, Rn & 1/4 Car Analysis*, 1997



6. 한국도로공사 도로연구소, 콘크리트 노출교면 상판 및 포장 취약부 보수보강 방안 연구, 도로연99-47-20 1999 중간보고서, 1999
7. FHWA & ERES, LTPP DataPave 2.0, FHWA-RD-99-125, 1999
8. (주)용마엔지니어링, 중부고속도로개통10년사, 1997.12
9. Perera, R. W., Byrum, C., and Kohn, S. D., Investigation of Development of Pavement Roughness,

FHWA-RD-97-147, 1997

#### 감사의 글

본 논문은 한국과학기술부, 한국과학재단에서 지원한 첨단도로연구센터의 연구수행결과입니다. 또한, 기술자의 사명감으로 "중부고속도로 개통 10년사"를 발간한 (주)용마엔지니어링에 감사드립니다. 이 자료는 본 논문에 많은 참고가 되었습니다.

(접수: 2001. 3. 16)