

# 도로와 자동차의 상호관계에 대한 설문조사

## On the Demand for Knowledge about Road-Vehicle Interactions with Vehicle and Tyre Manufacturers

양 성 모  
Sung Mo Yang



양 성 모  
• 1954년 9월생  
• 컴퓨터 이용 자동차 시스템 설계 및 부품 강도 설계 연구  
• 정회원, 전북대학교 정밀기계공학과

### 1. 머리말

현재까지 도로 기술자들은 무엇보다도 경비(cost), 접지 계수(adherence coefficient), 내구성(durability) 등과 관련된 노면의 특성에 대해서만 연구의 비중을 두어 왔다. 그러나 지금부터는 노면 위를 달리는 차량을 고려해야 하기 때문에 PIARC(Permanant International Association for Road Congress)가 FISITA(International Federation of Automotive Engineering Societies)의 협조를 얻어 설문조사를 한 것이다.

선진 도로 기술자와 차량 기술자들이 서로 협동작업을 실시하여 소비자의 만족을 가장 중요시해서 신제품을 만들때 많은 참고자료가 되리라 믿어 설문조사의 질문과 분석내용을 소개한다.

소음의 예를 들어보면, 엔진과 변속기의 발전은 그 자체 발전의 한계점에 이미 도달해 있으며 이제부터는 타이어나 노면과의 상호작

용에 의한 연구에 의해 발전해야 한다. 그러나 이러한 일을 하기 위해서는 신중히 생각해야만 한다. 실제로 타이어를 부드럽게 만들어서 타이어의 소음을 감소시킬 수 있으나 안전상의 문제점이 대두된다. 즉, 소음속에서 살 것이냐, 침묵속에서 죽을 것이냐 이것이 문제인 것이다. 이것은 PIARC와 FISITA, 즉 도로 기술자와 차량 기술자들이 만나 협동 작업을 해야하는 필요성을 보여주는 좋은 예라 할 수 있다.

### 2. 표 본

표본 선택은 자동차와 타이어 제조회사에서 적어도 한명의 선임기술자를 택하도록 하였고 장비 제조회사는 제외하였다. 동구 유럽에 대해서는 설문을 하지 않았다. 140개의 설문지를 1991년초에 발송하였으며 4월 30일을 설문 마감일로 하였다. 그러나 1991년 5월초까지 마감일을 연기하였다.

최종적으로 68개의 설문대답이 접수되었으며, 마지막으로 접수된 12개는 1991년 9월에 접수되었다. 응답의 대부분은 대기업 타이어 제조회사였으며 14개는 일본으로부터 접수된 것이었으며, 자동차공학협회(Automobile Engineer Societies)에서는 호주, 일본, 이태리와 프랑스가 설문에 응답해 주었다.

표 1 과 그림들은 질문에 응답한 표본분포에 대한 결과이다.

표 1 표 본

차량 제조업자 (Vehicles manufacturers)	31
타이어 제조업자 (Tyres manufacturers)	12
모터산업협회 (Motorindustry associations)	7
대학 및 연구기관 (UNIV & Research organisations)	9
기 타 (Others)	9
계	68

### 3. 설문조사

이 설문조사의 목적은 노면 특성에 대한 연구와 표준화에 대해서 차량과 타이어 제조업자들의 요구사항을 알아보는데 있다. 이 설문조사 내용의 원칙은 1990 년초에 노면특성에 관한 연구를 하고 있는 PIARC 협회에 의해 만들어졌으며, 1990 년 봄에 설문내용이 완성되었다.

어려웠던 점은 매우 발전된 과학적 지식을 가지고 있는 차량과 타이어 제조업자들에게 PIARC가 잘 알려져 있지 않았다는 점이였다 (자동차협회를 FISITA라 한다).

Perrine Pelletier씨의 도움으로 질문에 대한 대답이 제조업자에게 제한하지 않고 그 회사 기술자들의 개인적인 의견까지 들을 수 있게 되었다.

설문내용은 프랑스 자동차 기술자들의 도움으로 만들어졌으며 공용 전문용어를 사용하는 것이 바람직하므로 설문내용의 이해를 위하여 전문용어는 기존에 사용되는 것을 사용하였다. 설문은 3 페이지에 걸쳐 11 문제로 만들어졌으며 대부분의 대답은 매우 유익한 대답이었고, 다음 질문에 대해서는 결과가 좋지 않았다.

- 1) 제조업자들의 투자욕에 의해 좌우된다. 예를들면 도로-차량의 상호작용 관계에 대한 데이터처리(data-processing)문제
- 2) 가능한 합동작업을 다루는 문제

#### 3.1 질 문 1

다음 항목중에서 당신이 생각하고 있는 노면 특성중에서 가장 미흡하다고 생각하는 항목을 5 가지 택하시오. (자세한 내용은 부록참조) (그림 1)

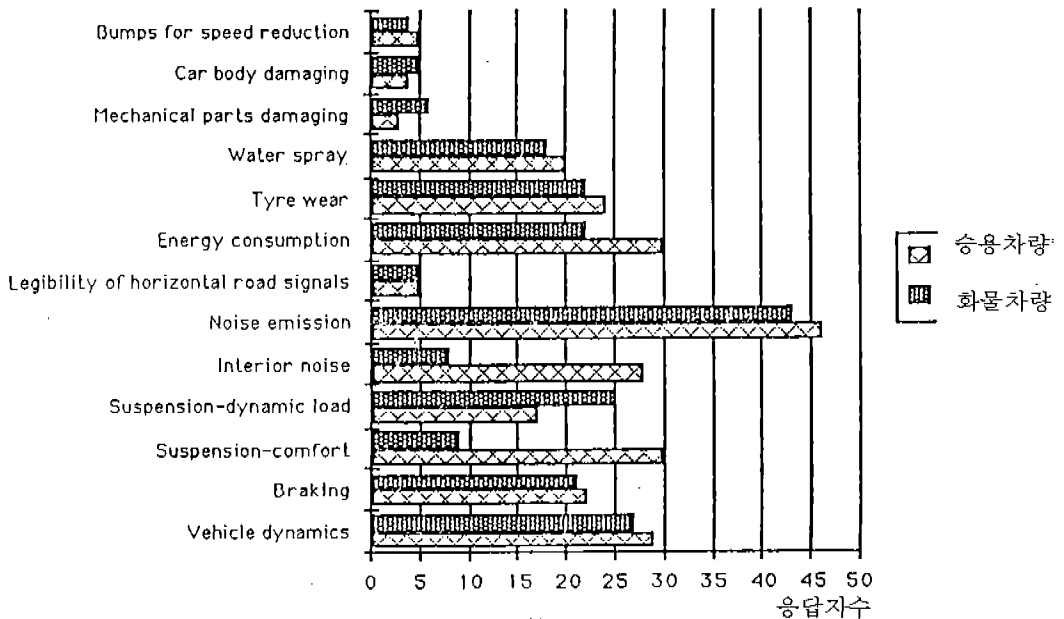


그림 1

가장 많이 언급된 항목, 즉 다시 말해서 소음방출에 대한 항목이 실내소음, 에너지 소비, 차량동력 등의 항목들에 비해 월등히 많았다. 화물차량의 경우에는 편안함과 실내소음에 대한 항목이 적게 나타났다. 자갈길이나 노면상태가 좋지 않을때를 배제했음지도 모르나 기술자들은 차량의 손상에 대한 문제점을 제기하지 않았다.

위의 모든 대답들은 타이어 제조업자들과 비교해 보면 매우 흥미롭다.

화물차량에 관해서는 타이어 제조업자들이 모든 항목중에서도 에너지 소비와 소음방출에 대해 언급이 가장 많았고, 차량동력과 동적부하에 대해 가장 적었다. 승용차량의 경우에는 타이어 제조업자의 경우 화물차량과는 매우 다르게 나타났다. 타이어 제조업자들은 화물차량과는 달리 승용차량에 대해서는 실내 소음과 동력에 대해서 더 많은 신경을 쓰고 있는 것이다. 타이어 제조업자들은 여전히 승용차량에 전통적으로 질적향상을 바라는 반면에 화물차량 제조업자들은 소음방출에 대해 아주 심

각한 규격화에 직면해 있다고 생각해볼 수 있으나, 설문에 응답한 타이어 제조업자들의 수가 적다는 것(12개 회사)을 감안하면 이 사실은 가정일 수 밖에 없다.

다음은 설문내용 외에 언급된 사항들이다.

-노면 발광성	-수송 비용
-화물차량에 의한 도로 손상(현가장치에 의한 것보다는 일반적인)	-교차점에서의 노면의 제동 효과

### 3.2 질문 2

질문 1의 항목중에서 자동차와 도로 기술자들이 서로 협동작업을 할 경우 가장 유용하다고 생각되는 항목은?(3가지 항목을 택하고 승용차량인지 화물차량인지를 쓰시오) (그림 2)

질문 1 과 질문 2의 응답의 비교

질문 1 과 2를 비교해 볼때 도로와 자동차 기술자들 사이의 합동작업은 각 항목에 대해서 똑같은 필요성을 느끼고 있으며 합동작업

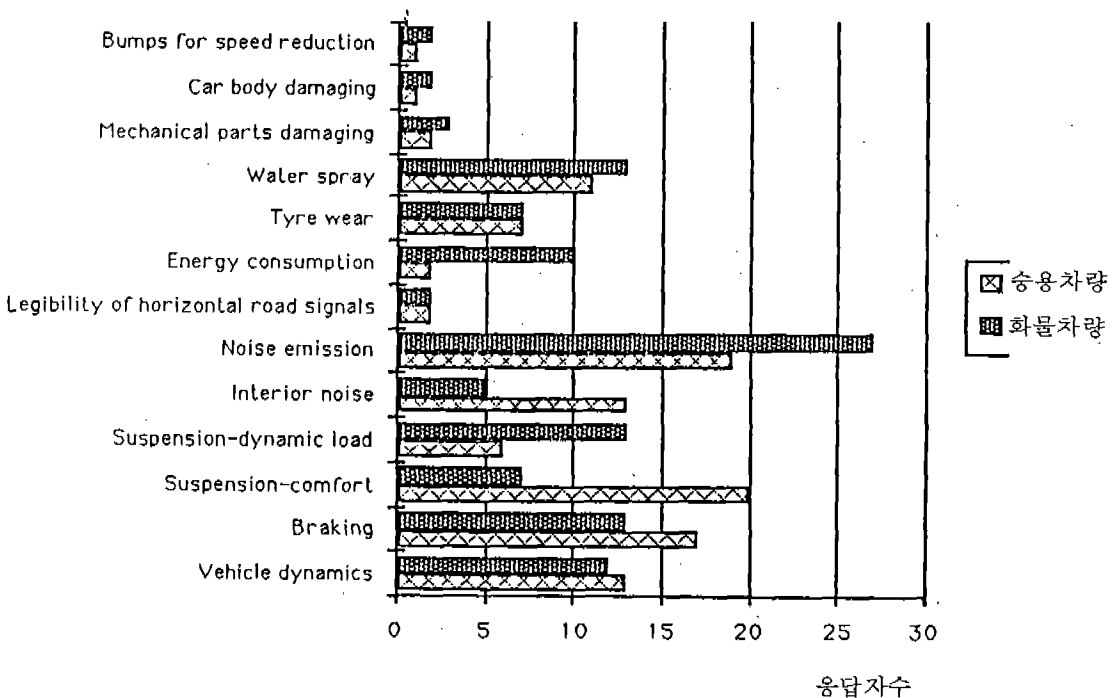


그림 2

은 매우 큰 잠재효과를 가지고 있다고 생각된다.

승용차량의 경우에는 노면상태와 제동력, 안락감과 현가장치에 대한 합동작업의 필요성이 가장 많이 언급되었다. 반면에 에너지 소비와

타이어 마모에 대해서는 별다른 언급이 없었다. 화물차량의 경우에는 승용차량에 대한 항목에 소음, 방수, 안락감과 제동력 항목에 대해서 추가로 언급되었다. 타이어 마모에 대해서는 거의 모든 면에서 언급되었다.(그림 3, 4)

승용차량

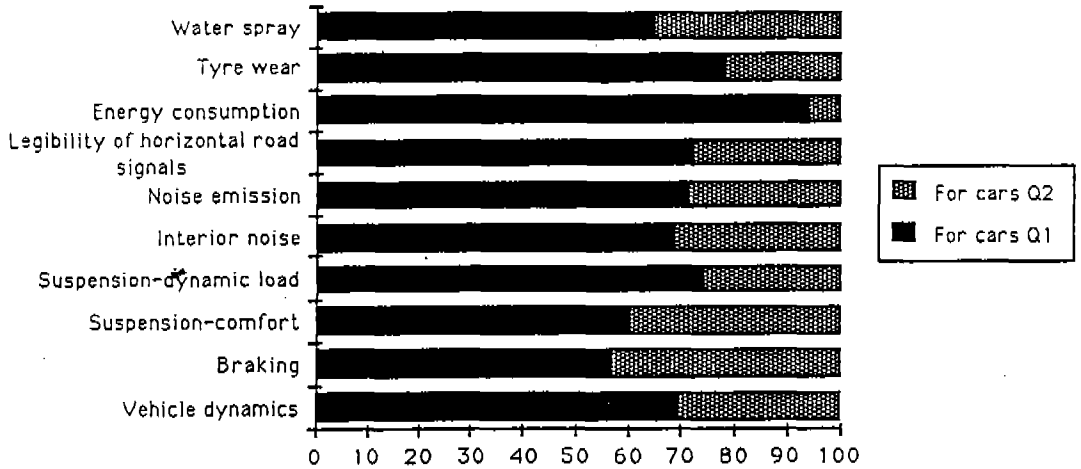


그림 3

화물차량

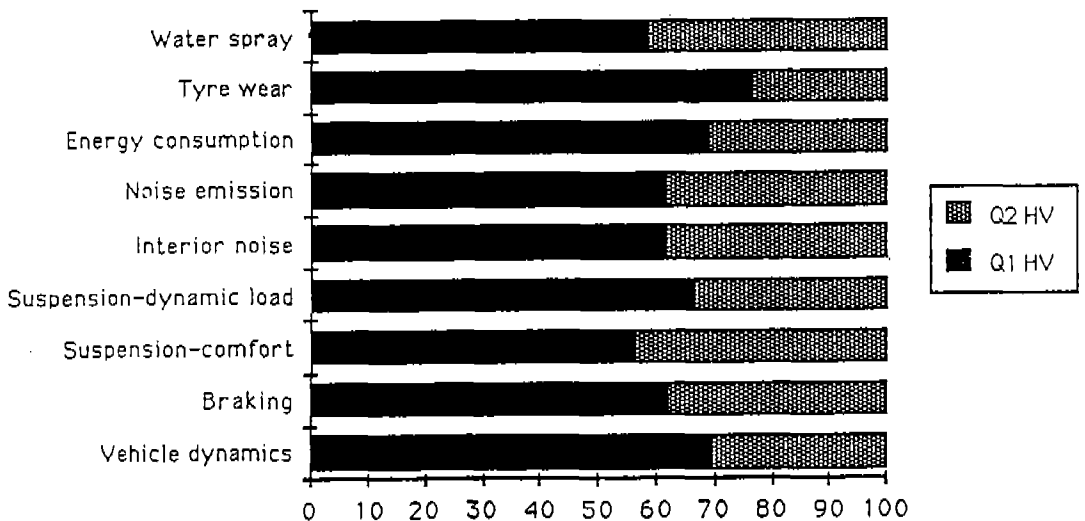


그림 4

### 3.3 질 문 3

위에서 언급한 항목과 더불어 여러분은 다른 어떤 문제들이 자동차와 도로공학도 사이의 상호 협조에 의하여 작용될 수 있다고 생각하는가?

대답은 다음과 같다.

- 차량의 소음 방출에 대한 규제를 위하여 도로 표면에 대한 표준치를 정의하는 필요성 ;
- 도로 표면의 음향에 대한 지식의 필요성 ;
- 특히 젖은 표면에서 반사하는 빛을 억제하기 위한 노면의 색깔과 구조에 대한 연구 ;
- 차량 용도와 수량 또는 노면에 대한 비용 사이의 관계 ;

기타 대답은

- 측면 바람에 저항하여 일어나는 장애요인 ;
- 사고를 피하기 위하여 단면 정의 ;
- 차량의 측면 안내를 위하여 사용되어진 힘

반면 시뮬레이션 방법들은 수학적인 모델링을 위해서 질문에서 생략되어졌는데, 여러 응답에서 구동 시뮬레이터에 대한 공동 작업에 관심을 보여주었다.

### 3.4 질 문 4

노면에 관계없는 도로의 특성이 차량설계에 영향을 미칠 수 있으므로, 다음에서 선행되어야 할 항목 2가지를 선택할 수 있는가?

질문들은 표면 특징보다 도로 특성을 취급하였다.(표 2)

### 3.5 질 문 5

도로-타이어-차량들 사이의 상호 작용을 설명해주는 수학적인 모델링은 무엇인가?

- 지식의 숙지
- 당신의 회사에서 사용되어진 것
- 개발중인 것
- 당신의 회사에서 유용한 것

그것들을 간단하게 설명하고 모델에 대한 데이터를 쓰시오.

표 2

시계성과 노면설계 (Field of vision & road design)	28
눈높이와 노면설계 (Eye height & road design)	5
제동력 (Braking ability & road design)	26
등판능력 (Climbing ability)	8
노면 여유 (Clearance above the road)	6
회전반경 (Radius for turning)	16
속도제한 (Speed limit)	30

때때로 질문들은 회사의 경영전략의 이유로 대답되지 않았다. 타이어의 반실험적인 모델들은 종종 회사들에게 적당하게 언급되었다. 수학적인 모델들은 상업화 되어 있어서 ADAMS는 여러번 Magic Formula(ref : Pacejka)와 더불어 언급되어졌다. 영국에서 그들은 University of Leeds 모델이라고 불렀다. 새로운 필요성으로써 도로 표면의 마찰의 수학적인 적용이 언급되었다.

### 3.6 질 문 6

도로 차량의 설계시 도로 특성들의 언급하기 위하여 어떤 규격서나 자료들이 사용되어졌는가?

그 대답들은 다음과 같이 2, 3가지의 규격서들로 답해졌다 : MIRA 보고서 뿐만아니라 ISO(소음측정법) - BS - SAE - ASHO - ASTM.

위에서 언급한 규격서의 수는 생산과 차량의 노면관계의 복잡성을 반영한 것 같다 ; 더불어 지금까지 인용된 참고서는 다소 오래된 것 같다.

### 3.7 질 문 7

오늘날 여러분이 더 많은 양적인 설명을 필요로 하는 도로 표면 특성은 무엇인가?(표 3)

표 3

	승용 차량	화물 차량
편평성(Evenness):저주파 안락감	9	9
거칠기(Roughness):고주파 진동	9	5
수직단면(Longitudinal section)	1	2
단면(Cross section)	1	2
밀착성(Adhesion)	13	5
배수성(Drainage)	3	2
소음(Noise)	18	15

소음 문제는 규격서의 필요와 더불어 한번 더 언급되었다; 우리는 여러분에게 이것들이 제네바에 있는 UN의 ECC 그룹에서 특별히 연구되고 있다는 것을 상기시킨다.

### 3.8 질 문 8

질문 8; 여러분의 회사는 앞서 설명한 몇 가지 항목들에 대한 협동작업에 협력했는가? 만약에 가능하면 전문가의 이름을 쓰시오.

- 간단한 서류를 편집하고
- 작업장에서의 회합하고
- 저서목록이나 서류철의 제공

### 3.9 질 문 9

질문 9; 이전에 설명된 세가지 방법중의 하나에서 협력할 수 있는 한 요소나 전문가를 지적할 수 있나?

가능한 협동작업의 가능성은 정확도를 기대하는 동안 원리에 있어서만이 가장 앞서게 되었다. 질문서에서 지적된 다양한 상호협력 형태와 똑같이 분류된 방법으로 기술되었다. 사실 지금 우리는 도로 전문가와 차량 전문가 사이의 상호협력의 다양한 문제에 대한 초기화된 정밀한 분석에 관심을 가지고 있는 모든 나라에서의 실용 가능성을 지니고 있다.

### 3.10 질 문 10

자동차 기술에 대한 혁신과 추세로 말미암아 장기간 동안의 도로표면 특성에 대한 몇가지 수정을 받아들일 수 있는 것;

- ABS

- Active, Semi-Active Suspensions

- 4 WD

- 4 WS

- 공기역학에 대한 자동차 차체의 저감

- 기타

그 이유를 설명하기를 원하는가?

질문 10 은 능동형 현가장치 다음에 ABS 에 언급되었다.

즉 현가장치는 도로표면 손상을 줄일 수 있고 소음의 감소는 미래의 중요한 억제사항이다. 하나의 대답은 토오르크 제어를 말한다.

### 3.11 질 문 11

역으로 차량평가와 성능에 영향을 끼칠지도 모르는 도로표면 기술에서의 개발을 인식하는가?

질문 11에 대해서 앞서 상호 보완할 한가지는 소음, 물 분사기 배수 역청질 혼합(drain-ing bituminous mixtures)은 종종 감속장치와 같이 언급되었다. 질문 10, 11의 대답은 거의 어떤 설명도 없었다. 반면에 잘 개발된 대답은 도로의 혁신으로 자동차나 타이어 설계를 바꾸지 않아도 되는것을 설명해준다. 왜냐하면 이러한 제품들은 매우 다양한 갖가지 도로를 위해서 설계되었기 때문이다.

## 4. 결 론

도로표면 전문가와 차량 전문가 사이의 협력에 대한 강한 요구가 있었다. 이러한 요구는 선택적이고 특별화된 주제들을 다룬다. 특히 상대적으로 새로운 주제, 즉 소음의 방출; 반면 그 요구는 특별히 다른 목적들을 위해 양적이고 전문적인 방향에서 노면 특성화의 필요성에 관심을 갖는다; 3~4 주제에 대한 구체적인 협력의 가능성이 두드러진다. 그 예로서 전문화된 PIARC 협회와 FISITA와 연결하여 연구를 시작해야 한다. 중장기의 발전을 위해서는 도로와 차량의 발달을 위해서는 각각의 발달보다는 보다 더 환경보호와 도로에서의 안전 등과 같은 외부적인 조건을 더 고려해야 한다. 이러한 상황은 도로-차량계의 관계가

전문화된다면 변하게 될 것이다; 고속도로 또는 도심 외곽지역에서의 속도제한 그리고 전 기자동차 등을 고려해볼 수 있다; 이러한 주제는 질문에 그치지 않고 1991년 9월 Marrakech에 있는 노면 특성에 관한 도로에 관한 PIARC협회의 보고서를 참고할 수 있다.

Mechanical parts damaging	3	6
Car body damaging	4	5
Bumps for speed reduction	5	4

B. 질문 2에 대한 결과

	승용차량	화물차량
Vehicle dynamics	13	12
Braking	17	13
Suspension comfort	20	7
Suspension dynamic load	6	13
Interior noise	13	5
Noise emission	19	27
Legibility of horizontal road signals	2	2
Energy consumption	2	10
Tyre wear	7	7
Water spray	11	13
Mechanical parts damaging	2	3
Car body damaging	1	2
Bumps for speed reduction	2	2

<부 록>

A. 질문 1에 대한 결과

	승용차량	화물차량
Vehicle dynamics	29	27
Braking	22	21
Suspension comfort	30	9
Suspension dynamic load	17	25
Interior noise	28	8
Noise emission	46	43
Legibility of horizontal road signals	5	5
Energy consumption	30	22
Tyre wear	24	22
Water spray	20	18

차체, 차량동력학부문 학술강연회 안내

본 학회에서는 1992년도 차체, 차량동력학부문 학술강연회를 아래와 같이 개최하오니 회원 여러분의 많은 참석 있으시길 바랍니다.

— 아 래 —

일 시 : 1992년 5월 8일(금요일) 13:00~ 18:00

장 소 : 한국과학기술원 서울분원 2호관

참가비 : 없 음

초록집 : 회원 - 3,000 원, 비회원 - 5,000 원