

〈논문〉 SAE NO. 2000-03-0081

## 타이어와 차량 쏠림 I - 시험결과 Tire and Vehicle Pull I - Experimental Results

이정환\*, 이주완\*  
Jung-Hwan Lee, Juwan Lee

### ABSTRACT

It is called vehicle pull when a vehicle drifts in the lateral direction under the straight-ahead motion with no steering or external input. Recently vehicle pull draws attention as one of the critical evaluation items from the customers on the vehicle quality. It is generally recognized that the vehicle pull is complex phenomena due to internal and external factors. In this paper, the relations between vehicle pull and tire were investigated through close survey on the road test results from the final inspection of car manufactures. Through this investigation, the factors are identified which play an important role in causing vehicle pull problem.

주요기술용어 : Vehicle Pull (차량 쏠림), Conicity Force (코니시티 힘), Plysteer Force (플라이스티어 힘), Residual Aligning Torque (잔류 복원 토크)

### Nomenclature

LF : Lateral Force, N  
AT : Aligning Torque, Nm  
RAT : Residual Aligning Torque, Nm  
PRAT : Plysteer RAT, Nm  
CRAT : Conicity RAT, Nm

### Subscripts

cw : Clockwise

ccw : Counter Clockwise

### 1. 서론

차량이 직진 주행할 때, 조향 핸들 입력이나, 외부로부터의 외란이 없는 경우에도 종종 원하는 직진로로부터 좌측 또는 우측으로 이탈하려는 현상이 발생하는 경우가 있다. 이 경우 운전자는 차량을 직진 주행시키기 위해서는 핸들에 일정한 입력을 가해야 한다. 이와 같은 현상을 국내에서는 차량 쏠림이라고 일컫는다. 외국의 문헌상에는 일반적으로 vehicle pull, steering pull, 혹은 vehicle drift로 불리어 진다.<sup>1)</sup> 이러한 차량 쏠림

\* 회원, 금호산업 타이어사업부  
기술연구소

의 현상은 국내외적으로 차량의 품질을 평가하는데 중요한 항목의 하나로 자리 잡고 있다. 북미시장의 경우, 각종 조사기관에서 실시하는 신차에 대한 품질 평가에 차량 슐립도 조사항목의 하나로 채택되어 있다. 이 조사는 그 결과에 따라 차량의 판매가격에도 영향을 미칠 수 있는 정도의 영향력을 가진 것으로 알려져 있다.

차량 슐립에 영향을 미치는 인자로는 일반적으로 차량 내부의 인자와 차량 외부의 인자로 구분할 수 있다. 차량 내부에서 차량의 슐립에 영향을 미치는 인자로는 조향장치, 현가장치, 샤시, 동력전달계, 타이어가 알려져 있고, 외부인자로는 바람이나 노면경사 등이 알려져 있다.

차량 내부 인자들의 슐립에 대한 영향도를 평가하기 위해서는 관련부품의 특성 수준별 차이에 의한 차량 슐립시험이 필요하다. 그러나 타이어를 제외한 부품들은 수준별에 따른 부품의 장탈착이 용이하지 않은 관계로 시험준비에 상당한 시간과 노력이 요구된다. 이러한 이유로 대부분의 시험은 타이어의 영향에 대한 평가로 많이 이루어져 왔다. 하지만 현재까지 국내외적으로 차량의 슐립 발생 현황에 대하여 체계적이고 신뢰할 만한 수준의 실차 시험 결과들이 발표되지 않았다. 특히 차량 슐립은 다양한 요인들에 의해 복합적으로 나타나는 현상으로 소량의 차량 시험 결과를 가지고 각 인자의 영향을 일반화하여 적용하는 데는 큰 무리가 있다. 그러므로 다량의 시험 결과를 이용하여 전반적인 경향을 파악하는 것이 필요하다. 본 논문에서는 가능한 많은 양의 시험 결과를 확보하기 위하여 차량 제조업체들의 완성 차량 주행검사장을 직접 방문하여 조사하였다. 여기서 완성차량 주행 검사원들로부터 평가된 차량 슐립 결과와 자체적으로 실시한 슐립 시험 결과를 체계적으로 정리하고, 이를 토대로 차량 슐립에 영향을 미치는 인자 중 타이어의 요인에 대하여 검토하고자 한다.

## 2. 코니시티와 차량 슐립

타이어는 직진 주행 시에도, 즉 슬립 각(Slip Angle) 0도로 주행하는 경우에도 접지 면에서 횡 방향으로 힘(횡력)이 작용하게 된다.<sup>2)</sup> 이 힘의 발생요인은 설계적인 요인과 제조상의 불균일로 인한 요인으로 구분된다. 설계적인 특성에 의하여 발생하는 횡력 성분을 플라이스티어 힘(Plysteer)이라고 부른다. 이 힘은 그림 1-(a)에서 보는 바와 같이 타이어의 회전 방향에 따라 그 작용 방향이 바뀌게 된다. 이외에도 제조상의 불균일로 인하여, 타이어의 횡단면이 중심선을 기준으로 좌우 비대칭이 발생되게 되면 타이어의 접지면에서 횡력을 발생되게 된다. 그림 1-(b)에서 보는 바와 같이 이 횡력은 타이어의 주행방향과 관계없이 항상 일정한 방향으로 작용하게 된다. 이 횡력 성분을 코니시티 힘(Conicity)이라고 부른다. 이들 힘은 각 회전 방향 별로 타이어 1회전 동안에 측정된 횡력의 평균값을 구하여 아래 식으로부터 얻게 된다.

$$Plysteer = \frac{LFcw - LFccw}{2} \quad (1)$$

$$Conicity = \frac{LFcw + LFccw}{2} \quad (2)$$

측정된 플라이스티어 힘과 코니시티 힘의 산포를 살펴보면 그림 1-(c)와 같은 산포를 나타낸다. 그림 1-(c)에서 보는 바와 같이, 동일 설계에 의해 제조된 타이어를 랜덤 샘플링하여 측정하면, 플라이스티어 값은 어느 특정값(일반적으로 200 N ~ 300 N사이에 존재)을 기준으로 산포하게 된다. 반면에 코니시티 값은 0 N을 중심으로 산포를 이룬다. 이 두 힘 중에서 코니시티 힘이 차량 슐립에 영향을 미치는 인자로 알려져 왔다.<sup>2)</sup>

코니시티 힘에 의해서 차량의 슐립이 발생하는 경우, 타이어가 림에 장착된 상태에서 좌측 타이어를 우측 차축에, 우측 타이어를 좌측 차축에 상호 교환하여 장착하게 되면 슐립의 방향이 바뀌게 된다. 이는 전륜 좌우 타이어를 상호 교환하여 장착하게 되는 경우, 전륜에 작용하는 코니시티 힘의 작용 방향이 반대로 바뀌게 되기 때문이다.

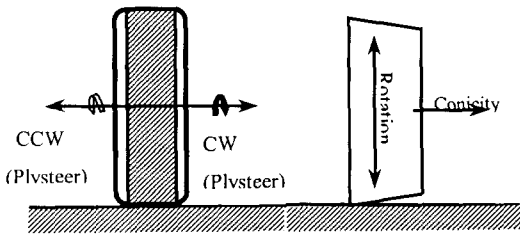


Fig. 1-(a) Plysteer. Fig. 1-(b) Conicity

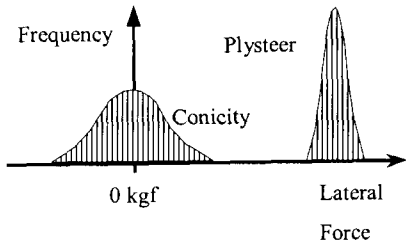


Fig. 1-(c) Distribution of plysteer and conicity

Fig. 1 Lateral force components acting on tires under zero slip angle

같은 원리로 일정 수량의 타이어를 차량의 전륜에 무작위로 장착하여 차량 스티어링 시험을 한 경우, 코너시티 힘에 의한 차량의 스티어링은 스티어링 발생 비율에 있어 좌측 스티어링과 우측 스티어링이 유사한 비율로 나타나게 된다. 완성 차량의 조립라인에 공급되는 승용차용 타이어는 무작위로 차량에 장착된다. 그러므로 만일 타이어에서 코너시티 값의 규정치가 적정 수준을 벗어나 있는 경우에는, 최종 완성차량 주행검사에 나타나는 스티어링 경향성을 조사하여 보면, 스티어링 발생에 있어 좌측 스티어링과 우측 스티어링이 유사한 비율로 발생되어야 함을 알 수 있다.

현재 국내에서 생산되고 있는 차량의 스티어링 경향성 파악을 위해, 생산 현장의 최종 완성 조립라인을 막 통과한 차량들에 대한 주행시험 결과를 조사하였다. 이 주행시험은 차량이 고객에게 인도되기 전에 최종적으로 차량의 종합적 기능을 시험하는 것으로 전문 주행 시험 요원들에 의해

서 실시된 것이다. 주행 중 차량 스티어링 여부는 주행시험요원의 주관적인 기준(Subjective Test)에 의하여 평가된다. 이 조사에서는 총 3개의 차종을 선택하였다.

A차량의 경우 표-1에 나타난 바와 같이, 96년 12월 조사 대수 236대 중 7.2 %인 18대에서 스티어링이 발생하는 것으로 파악되었고, 스티어링 방향을 조사한 결과 18대 모두 왼쪽 방향으로 스티어링이 발생하는 것으로 나타났다. 스티어링 발생량을 줄이기 위해 철저한 공정관리와 타이어의 각종 구조인자를 변경한 후 재 조사를 실시하였는데 이 변경제품의 경우에는 조사대수 153대중 1대에서 스티어링이 발생되었다. 스티어링 발생 비율은 현저히 감소하였으나 스티어링차량의 스티어링 방향은 역시 왼쪽이었다. 표-2에 나타난 B차량의 경우는 2종류의 타이어에 대한 스티어링 시험 결과를 조사하였는데, 한 규격의 타이어에서는 총 81대 시험 차량 중 2.5 %인 2대에서 스티어링이 발생하는 반면, 다른 규격의 타이어에서는 160대중 13대에서 스티어링이 발생하여 8.1 %의 차량에서 스티어링을 나타내었다. 하지만 스티어링이 발생된 차량은 모두 왼쪽으로 스티어링하는 특성을 나타내고 있었다.

Table 1 Vehicle pull in model A vehicles (No. of vehicle pull / No. of vehicles tested)

| Date   | Vehicle pull : % | Direction in Pull     |
|--------|------------------|-----------------------|
| 96. 12 | 7.2 % (18/236)   | LH in all 18 vehicles |
| 97. 7  | 0.7 % (1/153)    | LH                    |

Table 2 Vehicle pull in model B vehicles (No. of vehicle pull / No. of vehicle tested)

| Tire - I     | Tire - II      | Direction in pull     |
|--------------|----------------|-----------------------|
| 2.5 % (2/81) | 8.1 % (13/160) | LH in all 15 vehicles |

Table 3 Vehicle pull in model C vehicles (No. of vehicle pull). L: Large, M: Medium S : Small

| Tire       | LH Pull |   |   | RH Pull |   |   |
|------------|---------|---|---|---------|---|---|
|            | L       | M | S | S       | M | L |
| Tire - I   | -       | - | - | 1       | 3 | 1 |
| Tire - II  | -       | 2 | - | -       | - | - |
| Tire - III | 2       | 2 | - | -       | - | - |

표-3의 C 차량에서는 쏠림의 방향을 좀더 면밀히 관찰하기 위하여 2주 동안 완성차량 주행 검사 중에 쏠림으로 지적된 차량만을 대상으로 재조사하였다. 여기서는 쏠림 방향 및 쏠림 수준을 좀더 세밀히 나누어 조사하고 그 결과를 각 차량에 장착된 타이어 종류별로 다시 분류하였다. 본 시험 결과에서 나타난 특징은 동일 차종에서도 장착된 타이어 종류에 따라 다른 쏠림 특성을 갖는다는 것이다. 즉 타이어-I의 경우 쏠림 방향이 오른쪽 특성을 나타내며, 타이어-II와 타이어-III를 장착한 차량은 왼쪽 쏠림 특성을 갖는 것이다.

표 1, 2 및 3에서 나타난 바와 같이, 대부분 국내 차량 생산업체의 완성차량 주행 검사시 나타난 차량 쏠림 현상은, 대부분 쏠림 방향에서 일정한 특성을 가지고 있다. 이는 차량의 쏠림이 앞에서 언급한 타이어의 코니시티 힘에 의하여 발생하는 것이 아님을 나타낸 것이라 하겠다. 그림 2는 표1의 차량을 이용하여 전륜 타이어의 코니시티 별 쏠림 량을 조사한 것이다. 편평한 아스팔트 노면에서 시속 100 km로 직진 주행 중 운전자가 핸들에서 손을 떼고 100m 주행 시 좌/우측으로 쏠리는 거리를 측정한 것이다. 시험에 사용된 코니시티 범위 내에서는 쏠림의 경향성이 왼쪽으로 나타남을 알 수 있다. 또한 본 차량에 공급되는 타이어의 코니시티 힘에 대한 규정은 최대 50 N

임을 감안할 때 이 범위 내에서는 차량 쏠림에 대한 코니시티 힘의 영향은 거의 나타나지 않는다. 일반적으로 코니시티 힘이 최대 50 ~ 70 N 범위까지는 국내 대부분의 승용 차량 쏠림 시험에서도 이와 동일한 결과가 나타난다. 즉 전륜 타이어의 코니시티 힘이 50 N 이하에서는 차량 쏠림 현상은 코니시티 힘보다는 타 인자에 의한 것으로 추정할 수 있고, 전륜 타이어의 코니시티 힘에 의한 차량 쏠림량의 변별력은 일반적으로 70~100 N 이상일 때 뚜렷하게 나타난다.

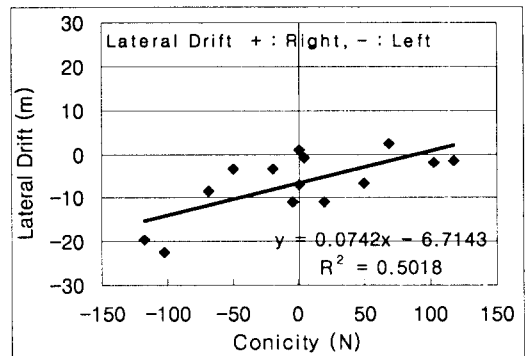


Fig. 2 Conicity force and vehicle pull

### 3. 잔류 복원 토크와 차량 쏠림

차량의 쏠림과 관련된 또 다른 인자로 문헌상에 나타난 것은 잔류 복원 토크이다.<sup>3,4)</sup> 앞에서 언급한 바와 같이 플라이스티어 힘과 코니시티 힘은 타이어의 슬립 각이 0도 일 때 측정된 값인데 비해, 잔류 복원토크는 좀더 넓은 슬립각의 범위에서 검토한 타이어 특성중의 하나이다.

타이어가 지면과 접촉하면서 회전할 때, 접지면에서는 그림 3과 같이 세 방향으로 힘과 모우먼트가 작용하게 된다.<sup>5)</sup> 이 힘과 모우먼트 중에서 횡력  $F_y$ 와 복원 모우먼트  $M_z$ 는 차량의 핸들링 특성에 직접적으로 영향을 주는 인자로 알려져 있다. 그림 3에 나타난 이들 힘의 방향을 살펴보면 횡력인  $F_y$ 와 복원 모우먼트인  $M_z$ 가 역시 차량 쏠림과 관계가 가장 큰 인자로 판단할 수 있다. 횡력  $F_y$ 와 복원 모우먼트  $M_z$ 는 수직하중,

노면의 마찰계수, Camber 각 및 슬립 각 등의 함수로 알려져 있다.

그림 4는 슬립각에 따른 횡력  $F_y$ 와 복원 모우먼트  $M_z$ 의 변화를 나타낸 그림이다. 그런데 여기서 한가지 주목해야 할 것은 일반적으로 횡력과 복원 모우먼트가 슬립 각 0도에서 0이 되지 않고 일정한 크기의 값을 갖는다는 것이다. 앞 절에서 언급한 것처럼, 승용차 타이어의 플라이스티어 힘과 코니시티 힘으로 인해 횡력은 슬립각 0도에서 일정한 값을 갖게 된다. 그림 5는 그림 4를 슬립 각  $-0.5$ 도 ~  $+0.5$ 도 사이에서 확대한 것이다. 그림 5에서 보는 바와 같이, 대부분의 타이어에서는 횡력과 복원 모우먼트는 슬립 각 0에서 일정한 크기를 갖으며, 두 값이 0이 되는 슬립각도 다르게 나타난다. 이때 횡력이 0이 되는 슬립각에서의 복원 모우먼트를 잔류 복원 모우먼트(Residual Aligning Torque : RAT), 복원 모우먼트가 0이 되는 슬립각에서의 횡력을 잔류 횡력(Residual Lateral Force : RLF)라고 부른다. 또한 횡력이 0이 되는 슬립각과 복원 모우먼트가 0이 되는 슬립각의 차이를 복원 모우먼트 정적 위상(Aligning Torque Static Phase)이라 부른다.<sup>3)</sup>

그런데 이 잔류 복원 모우먼트나 잔류 횡력 등은 타이어의 회전방향에 따라 그 크기가 달라지는데 그림 6은 회전방향에 따른 잔류 복원 모우먼트와 잔류 횡력을 나타낸 것이다. 회전방향에 따라서 작용 방향이 바뀌는 잔류 복원 모우먼트와 잔류 횡력을 플라이스티어 잔류 복원 모우먼트(Plyster RAT : PRAT) 및 플라이스티어 잔류 횡력(Plyster RLF : PRLF)이라고 부른다. 반면에, 타이어의 회전 방향이 바뀌어도 작용 방향이 바뀌지 않는 성분을 코니시티 잔류 복원 모우먼트(Conicity RAT : CRAT) 및 코니시티 잔류 횡력(Conicity RLF : CRLF)라 부른다. 여기서 PRAT나 CRAT는 아래와 같이 구할 수 있다.

$$PRAT = \frac{RAT_{cw} - RAT_{ccw}}{2} \quad (3)$$

$$CRAT = \frac{RAT_{cw} + RAT_{ccw}}{2} \quad (4)$$

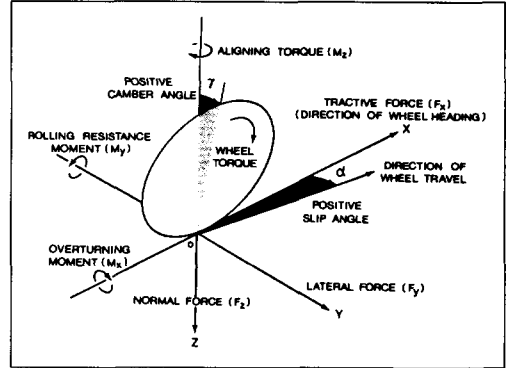


Fig. 3 Force and moment acting on a tire

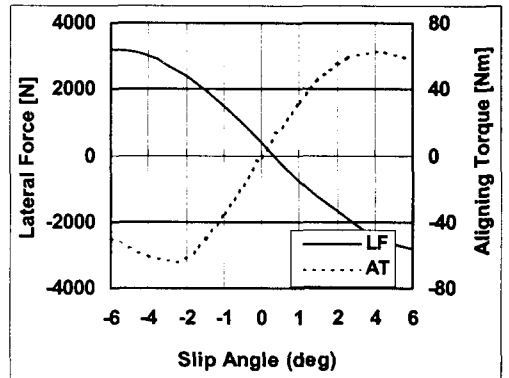


Fig. 4 Force and moment of a tire depending on slip angle

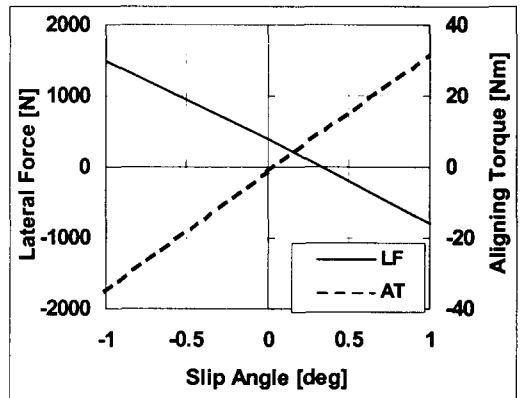


Fig. 5 Force and moment of a tire near zero slip angle

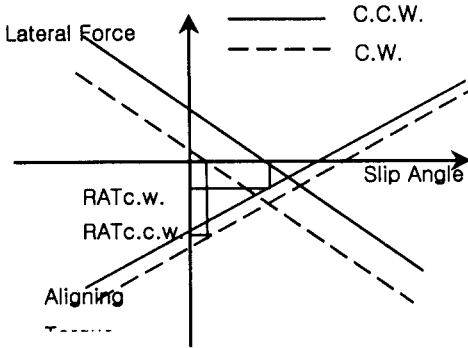


Fig. 6 Residual aligning torque and residual lateral force

2절에서 언급한 횡력의 성분과 마찬가지로 RAT 성분 중 PRAT는 타이어의 설계인자에 의하여 결정되어 일정한 값을 갖는 반면, CRAT는 타이어 제조상 불균일로 인하여 생기는 성분으로 0 Nm를 중심으로 일정한 산포를 갖는다. 특히, CRAT는 코시시티 성분과 밀접한 상관관계가 있는 것으로 밝혀졌다. 그림 7은 코시시티 힘과 RAT의 상관관계를 나타낸 것이다.

앞 절에서 밝힌 바와 같이 현재 자동차의 조립 라인에 공급되고 있는 타이어의 코시시티 값은 적정수준으로 규제되고 있는 바, CRAT도 적정 수준으로 규제되어 있다고 할 수 있다. 그러므로 CRAT는 현재 차량 제조업체의 완성차량 검사 시 발생하는 차량 쏠림 문제와는 직접적인 연관이 없다고 판단할 수 있다.

타이어의 잔류 복원 모우먼트 성분 중 PRAT가 미치는 영향을 파악하기 위해 동일 규격의 타이어 중에서 PRAT가 서로 다른 2 종류의 타이어를 이용하여 차량 쏠림 시험을 실시하였다. 본 시험은 시속 100 km의 차량속도로 직진 주행 중 운전자가 핸들에서 손을 놓고 100 m 주행 시 차량이 좌 또는 우측으로 이탈되는 거리를 측정하였다. 그림 8은 시험에 사용되었던 타이어에 의해 전륜에 작용하는 코시시티 힘과 쏠림 시험 결과를 나타낸 것이다. 타이어-A의 경우 PRAT가 3 Nm이고, 타이어-B는 PRAT 수준이 1.21 Nm

인 타이어이다. 그림 8에 나타난 바와 같이 타이어-A의 경우가 타이어-B 대비 오른쪽 쏠림 경향이 더 크게 나타남을 알 수 있다. 시험결과에서 PRAT가 양의 방향으로 큰 타이어가 오른쪽 쏠림의 경향을 크게 나타낸 것은 좌표축상의 힘의 방향과 일치한 것이다. 즉 PRAT가 양의 방향으로 클수록 오른쪽 쏠림 성향을, 음의 방향으로 클수록 왼쪽 쏠림 성향을 나타내게 된다.

다음으로 차량간의 편차를 파악하기 위해 동일 제조 사양에 의해 제조된 타이어를 임의로 추출하여 동일 모델 차량 2대에 장착하여 시험을 실시하였다. 시험 방법은 앞의 시험 방법과 동일한 조건에서 실시하였다. 이 시험에서 타이어 간에 나타날 수 있는 편차를 없애기 위해 각 타이어 별로 장착될 차축의 위치를 미리 결정하여 각각의 타이어가 2대의 차량에서 동일 차축에 장착되도록 하였다. 그림 9는 시험에 사용되었던 타이

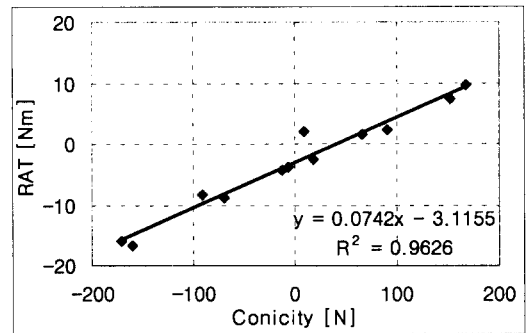


Fig. 7 Relations between concity and RAT

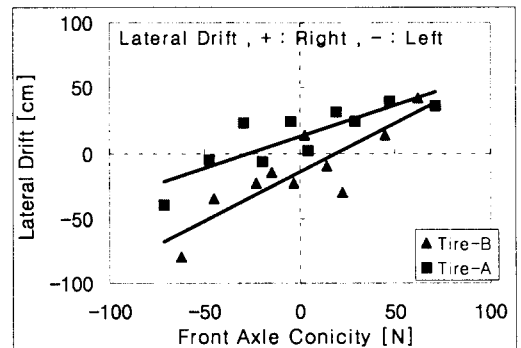


Fig. 8 Lateral drift of a vehicle with tires of different PRAT values

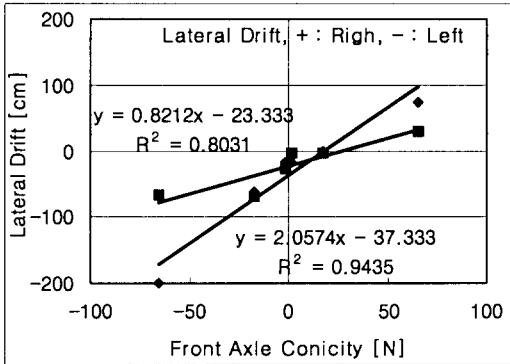


Fig. 9 Difference in lateral drift among the same model vehicles

어에 의해 전륜에 작용하는 코니시티 힘과 슐림 시험결과를 나타낸 것으로 두 차량간에 기울기 및 절편에서 차이가 있음을 알 수 있다. 이것은 동일 차량 모델의 경우라도 차량간의 편차에 의해 상이한 슐림 경향성이 있음을 나타낸다.

이어서 타이어의 PRAT에 의한 편차와 동일 차량 모델에서의 차량 간의 편차를 종합적으로 관찰하기 위하여 PRAT의 차이가 큰 두 종류의 타이어를 선택하였다. 각각의 타이어에서 코니시티 값이 5 N 미만인 타이어를 4분씩 선별하고 타이어를 동일 모델차량 5 대에 차례로 장착하여 상기와 동일한 방법으로 슐림 시험을 실시하였다. 본 시험에 사용된 두 종류 타이어의 PRAT는 -1.03 Nm와 4.46 Nm로 두 타이어간의 PRAT가 5 Nm이상 차이가 나도록 하였다. 동일한 시험 조건이 이루어지도록 하기 위해 4분의 타이어를 5대의 차량에 순차적으로 장착하여 시험하였다. 각 타이어 마다 장착되어야 할 차축의 위치를 사전에 지정하여 각각의 타이어는 어느 차량에서나 지정된 차축에 장착되도록 하였다. 표-4는 100m 주행 시 슐림 거리를 기록한 것이다. 본 표에서 알 수 있듯이, 타이어의 PRAT값에 따라 차량이 다른 특성을 나타냄을 알 수 있다. 즉 PRAT가 -1 Nm인 경우, 왼쪽으로 평균 85 cm이탈되고, PRAT가 4.46Nm인 경우, 오른쪽으로 평균 10 cm이탈되고 있다. 그러므로 이

차종의 경우 타이어의 PRAT가 약 5 Nm차이가 발생할 경우, 차량에서는 평균 약 1 m의 슐림량 편차가 발생함을 알 수 있다. 그리고 이 차량에서는 동일한 타이어를 사용할 경우도 차량간에 최대 30 cm의 슐림량 편차가 발생할 수 있음을 보여준다. 이 시험에서도 양의 방향으로 PRAT 값이 큰 타이어가 차량에서 오른쪽 슐림이 상대적으로 더 크게 나타났는데, 이 역시 좌표축상의 힘의 방향과 일치하는 것이다. 그러므로 2절의 조사된 결과에서 나타난 바와 같이, 완성차량 주행 검사 중 슐림 발생시 슐림이 한쪽 방향으로 나타난 경우는 타이어의 PRAT가 적정하지 못하게 선정되었음을 유추하여 볼 수 있다. 실제로 표-3의 경우에도 타이어-I의 PRAT는 3.5 Nm수준인 반면, 타이어-III의 PRAT는 0 Nm의 수준으로 나타났다.

여기서 한가지 주의할 것은 타이어의 PRAT는 일률적으로 한 값을 전 차종에 적용할 수

Table 4 Vehicle Pull in new cars on tires with different PRAT value

| Vehicle   | Vehicle Pull (m)         |                         |
|-----------|--------------------------|-------------------------|
|           | Tire 1 (PRAT : -1.03 Nm) | Tire 2 (PRAT : 4.46 Nm) |
| Vehicle-1 | LH 1.0                   | RH 0.2                  |
| Vehicle-2 | -                        | 0                       |
| Vehicle-3 | LH 0.7                   | RH 0.3                  |
| Vehicle-4 | LH 0.7                   | 0                       |
| Vehicle-5 | LH 1.0                   | 0                       |

Table 5 Difference in vehicle pull trend with the same RAT tires on mid size vehicles

| Vehicle        | Vehicle Pull Statistics | Direction in Pull          |
|----------------|-------------------------|----------------------------|
| Manufacturer A | 2~3%                    | LH pull in 90% of vehicles |
| Manufacturer B | Below 1%                | RH pull in 90% of vehicles |

는 없으며, 차량모델에 따라 적정하게 선정되어야 한다는 것이다. 표-5는 국내 두개의 차량 제조 업체에서 생산하는 중형차량의 완성 검사 시 스티어링 평가 결과를 정리한 것이다. 이 두 차량에는 동일한 타이어가 장착되므로 공급되는 타이어의 PRAT값 역시 동일하다. 하지만 표에서 나타난 바와 같이 A사 차량의 경우 완성차량 최종 주행시 스티어링으로 평가된 차량은 스티어링 방향이 대부분 왼쪽인 반면, B사 차량의 경우 스티어링 발생율도 A차량보다 낮을 뿐 아니라 스티어링으로 평가된 차량은 대부분 오른쪽으로 스티어링이 발생하는 것으로 나타났다. 이는 요구되는 타이어의 PRAT는 차량모델에 따라 서로 다를 수 있으며, 차량 모델별로 적정 PRAT의 설정이 필요함을 보여주는 것이라 하겠다.

#### 4. 결 론

본 논문에서는 차량 스티어링 시험 결과에서 나타난 내용을 중심으로 차량 스티어링과 타이어와의 관계를 살펴보았다. 본 논문에서는 가능한 많은 양의 Data확보를 위해 차량 제조업체의 최종 완성 차량 주행 검사장을 직접 방문 조사하고 여기서 조사된 결과를 토대로 하여 차량의 스티어링에 영향을 줄 수 있는 타이어 인자들에 대해 검토하였다. 조사 결과 차량 최종 완성검사서에서 나타난 차량 스티어링은 차량마다 특정 방향으로의 스티어링 경향성을 나타낸 것으로 밝혀졌다. 이와같은 현상에 대하여 각종 타이어를 이용한 실차시험 결과 현재 발생되고 있는 차량 스티어링 문제는 아래와 같이 요약할 수 있다.

- 1) 차량의 스티어링이 한 방향으로 일정하게 발생하는 것은 코너스티어링 힘의 특성 관점에서 볼 때 코너스티어링 힘과는 무관하다.
- 2) 특히 실차 스티어링 시험 결과, 현재 차량 제조업체에 공급되고 있는 타이어의 코너스티어링 규정범위 내에서는 코너스티어링 힘과 차량 스티어링과는 상관관계가 크게 나타나지 않는다.
- 3) 이는 차량 제조업체에 공급되는 타이어의

코너스티어링 힘 규제범위가 현재 적정한 수준의 규정치가 적용되고 있음을 말해주는 것이다.

- 4) 타이어의 RAT 성분 중 PRAT를 이용한 실차 시험 결과 PRAT는 타이어의 스티어링 방향성을 결정하는 인자로 나타났다.
- 5) 타이어의 PRAT가 양의 방향으로 클수록 오른쪽 스티어링 경향이, 음의 방향으로 클수록 왼쪽 스티어링을 경향이 상대적으로 커진다.
- 6) 적정 크기의 PRAT가 선정되지 못할 경우, 차량은 특정 방향으로 스티어링을 갖을 수 있으므로 적정 RAT이 선정이 매우 중요하다.
- 7) 타이어의 PRAT선정은 차량의 타 인자에 의한 스티어링 특성이 고려되어야 하므로, 차량에 따라 적정 PRAT를 선정하여야 한다.

#### 참 고 문 헌

- 1) S. K. Clark., Editor, Mechanics of Pneumatic Tire, U.S. Government Printing Office, Washington, DC, 20402.
- 2) B. E. Lindenmuth, Tire Conicity and Ply Steer Effects on Vehicle Performance, SAE 740074, 1974.
- 3) M. Pottinger, Tire/Vehicle Pull : An Introduction Emphasizing Plysteer Effects, Tire Science and Technology, TSTCA, Vol. 18, No. 3, pp170-190, July-September, 1990.
- 4) F. E. Matyja, Steering Pull and Residual Aligning Torque, Tire Science and Technology, TSTCA, Vol. 15, No. 3, July-September, pp107-190, 1987.
- 5) Vehicle Dynamics Terminology, SAE J670e, Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA, 1976.