

突起物 위를 通過走行時의 車體振動에 대하여

— Harshness 振動 —

韓國타이어製造(株) 技術研究所

白 炳 泰 · 文 台 淳

1. 序 論

오늘날 高速道路의 發達, 道路鋪裝率의 增加 및 Radial 타이어의 伸長 등으로 從來에는 그다지 考慮되지 않았던 自動車의 乘車感向上이 要求되어, 自動車 메이커 및 타이어메이커에서는 乘車感向上을 위한 車體振動에 관한 關心度가 높아지기 시작했다.

車體振動의 振動源으로는 Engine power, 路面의 凹凸 등이 있으며, 그것으로 인해 誘發되는 振動의 種類로는 Bounce, 衝激, Handle Shimmy, Shake, Thump, Harshness 등으로 나눌 수 있다. 그 중에서 本論文은 Harshness 振動(突起物 通過時의 車體振動)에 대한 實驗的 考察을 한 것이다.

Harshness란 車輛이 路面의 작은 突起物 위나, 다리 이음매, 콘크리트 이음매 등을 通過走行時 發生하는 振動과 騒音으로 인하여 乘客에게 不快感을 주는 現象을 말하며, 그때의 振動을 Harshness 振動이라고 한다. 그리고 Harshness 振動에 미치는 因子로서는 突起物의 形狀, 車의 走行速度, 타이어 및 Suspension 등이 있는데, 그 중에서 突起物의 높이와 幅은 振動의 크기에만 影響을 미치고, 振動數에는 影響을 미치지 않는 것으로 나타났으며, 速度는 40km/h 前後에서 가장 큰 피크를 나타내고, 60 km/h에서는 가장 작으며, 그以後는 서서히 增加하는 傾向을 보인다. 따라서 本實驗은 突起物

의 크기는 一定(幅 12mm, 높이 6mm인 원통형)하게 하고, 速度依存性, 타이어 種類에 따른 自動車의 前後輪에서의 스프링下 振動(타이어 振動), Floor 振動(車體振動) 및 騒音(車內音)등에 대하여 考察하였다.

2. 本 論

2.1 實驗方法

2.1.1 實驗條件

- ① 實驗場所 : 社內 Test Course
- ② 實驗車輛 : 後輪驅動車
- ③ 實驗타이어 : 6·15-13(200A), 155 SR
13 Textile Belted(200B),
Steel Belted(200C)
- ④ 突起物形狀 : 幅 12mm, 地上 높이 6mm
인 Steel pipe
- ⑤ 타이어 空氣壓 : 2.0kg/cm²
- ⑥ 車의 速度 : 40km/h(단, 速度依存性은
50km/h, 60km/h, 80km/h
包含)
- ⑦ Sensor : B&K社(Denmark)의 Accelerometer

2.1.2 實驗方法 및 測定項目

社內 實驗標準에 따라 Road test(實車走行 테스트)를 각 5회씩 實施했으며, 測定項目으로는 ① 前輪에서 前後·上下 加速度量(計測器

位置-右前輪 Knuckle), ② 後輪에서 前後·上下 加速度量(計測器位置-右後輪板 Spring下), ③ Floor에서 前後·上下 加速度量(計測器位置-運轉席下), ④ 車內音(計測器位置-앞좌석中央)의 4개 項目이며 分析方法은 周波數 및 時系列分析(wave의 傾示變化)에 의한다.

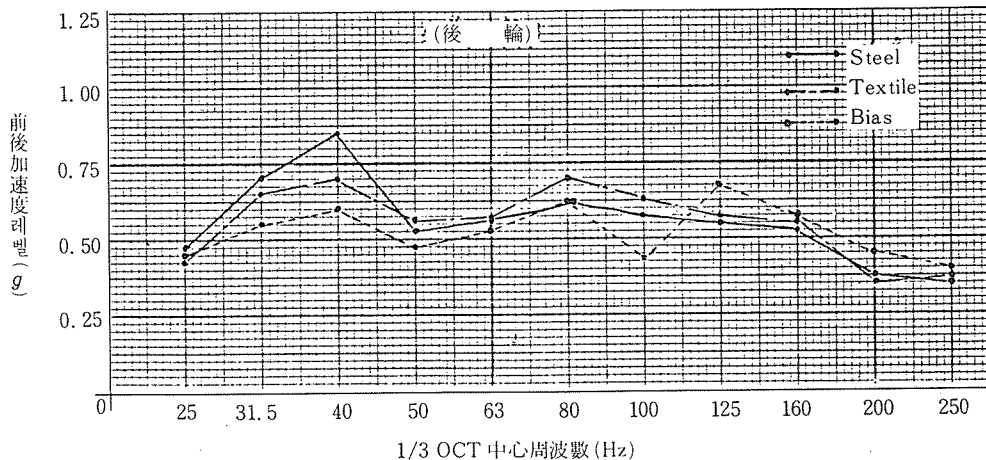
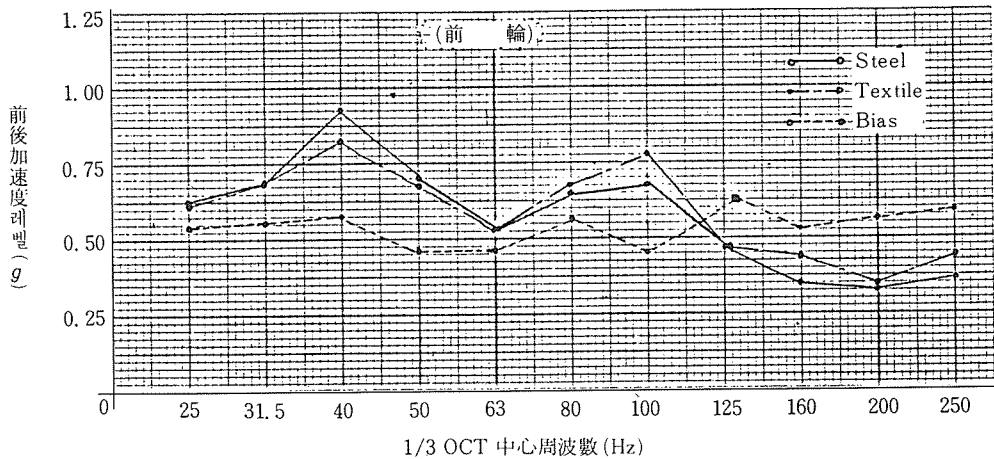
2.2 實驗結果 및 分析

2.2.1 스프링下 振動(타이어 振動)

(1) 스프링下 前後振動

스프링(spring)下 前後의 振動 스펙트럼(spectrum)은 그림 1에 나타난 바와 같이 前後輪

모두 같은 스펙트럼으로 되고, 각 타이어는 40 Hz 부근, 63~160Hz 사이에서 피크(peak)가 發生한다. 40Hz에서의 피크의 크기 順序는 Steel > Textile > Bias 이고, 또 63~160Hz에서의 피크 周波數는 서로 다르며, 그 周波數는 Steel, Textile 이 80~100Hz 이고, Bias는 80~125Hz 이다. 또한 그 피크의 크기는 前輪에서는 Textile > Steel > Bias의 順이고, 後輪에서는 각 타이어 모두 거의 같은 水準으로 나타났다. 그리고 그림 3에서 前輪 加速度의 時系列波形을 보면, 40Hz 附近의 振動은 Pulse가 느리게 減衰하고, 63~160Hz에서는 突起物을 通過하는 同時에 순간적으로 減衰한다. 또 40Hz 부근의 振



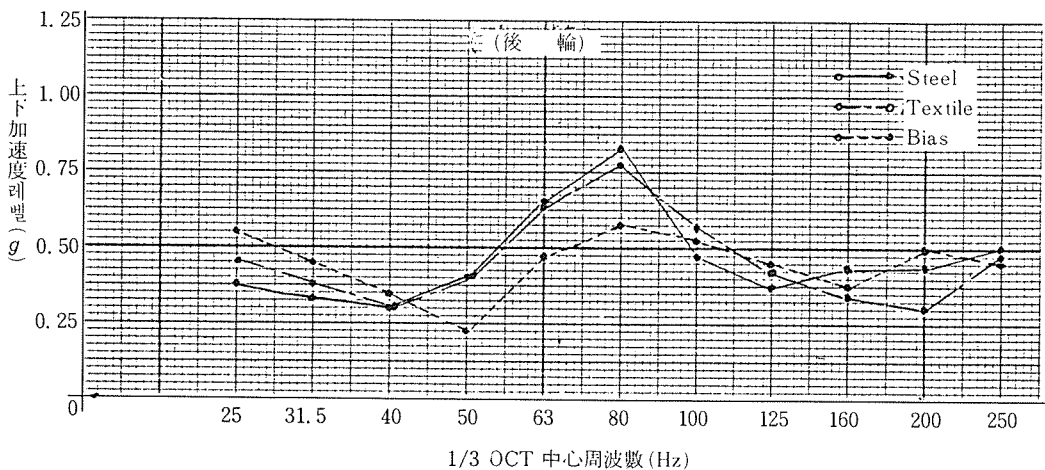
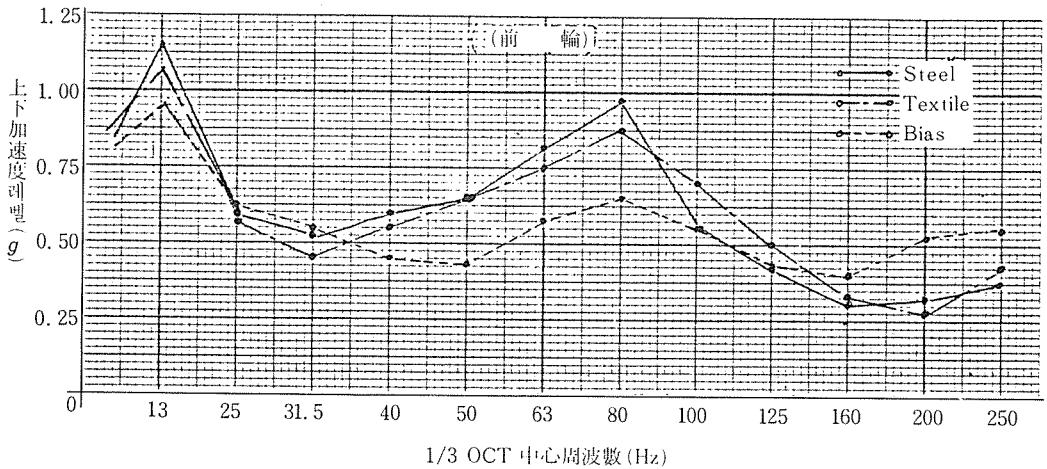
[그림 1] 스프링下 前後振動 周波數分析結果

動이 63~160Hz 振動보다 크며, 특히 Steel Radial 은 다른 材料에 비해 더 큰 傾向이다. 2.5~20Hz 사이의 振動은 突起物의 影響은 대단히 적고, 타이어間的 差異도 거의 없는 것으로 나타났다.

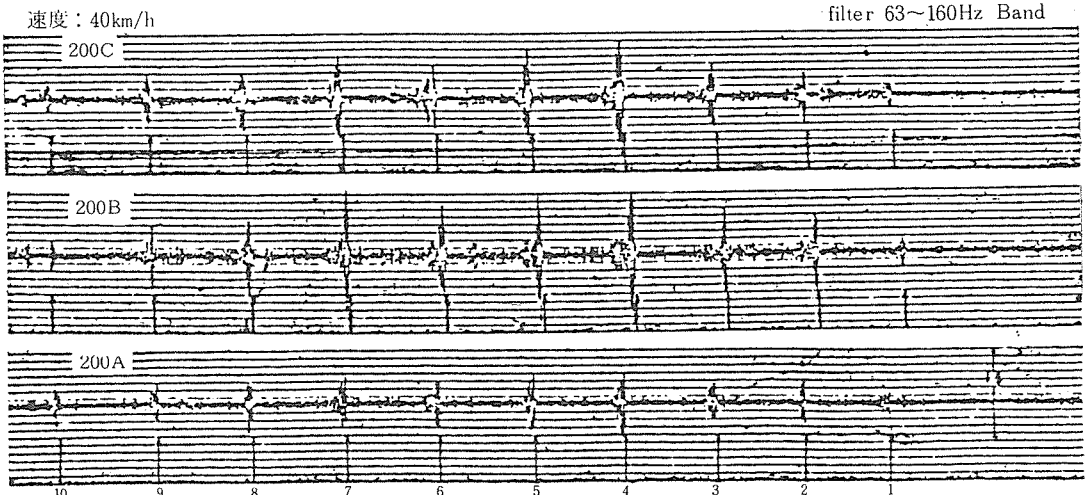
(2) 스프링 下 上下振動

스프링 下 上下振動의 스펙트럼은 그림 2에 나타난 바와 같이 前後振動과 같은 모양으로 前後輪은 각 타이어 모두 63~160Hz 사이에서 피크가 發生하고, 前後振動처럼 40Hz 附近의 피크 振動은 없다. 각 타이어의 피크 周波數는 Steel이 63~80Hz, Textile이 80Hz, Bias가 80Hz이며 前後加速度的 피크 周波數보다 조금

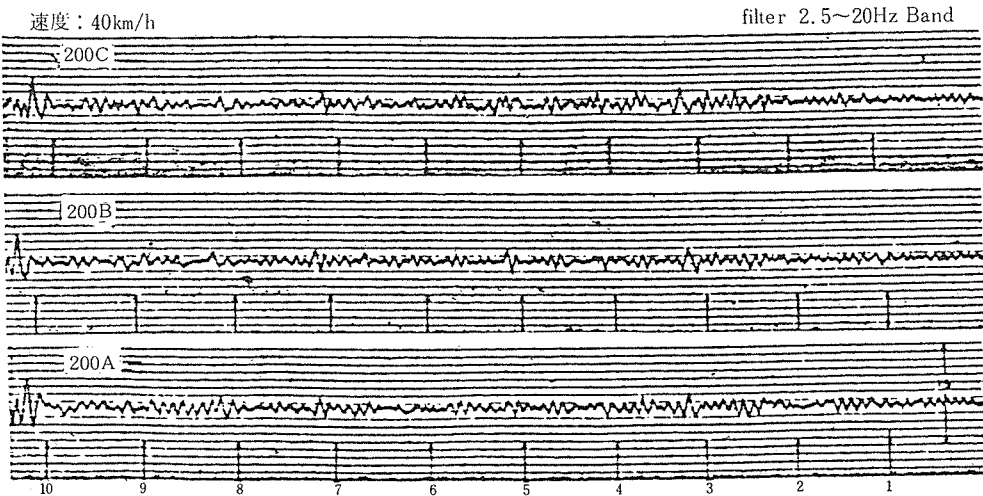
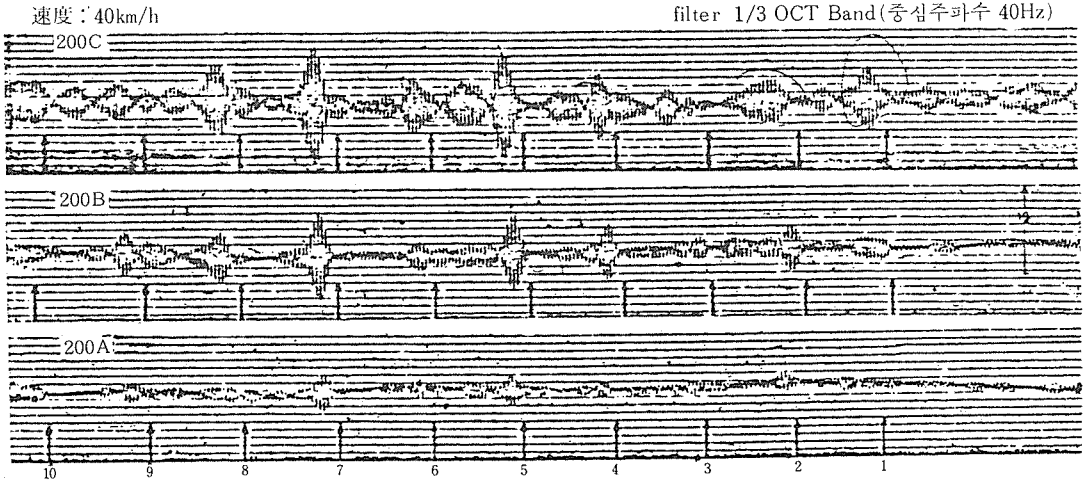
떨어진다. 그리고 각 타이어의 피크의 크기 順序는 Steel>Textile>Bias의 順序로서, 前後加速度的 40Hz 부근 피크의 크기 順序와 一致하고, Steel Radial이 역시 振動이 크다. 또 前輪의 時系列波形을 보면(그림 4), 前後振動에서는 나타나지 않았던 約 13Hz 부근의 低周波數에서 각 타이어 모두가 突起物 通過時에 振動이 나타났다. 이 振動의 Level은 대단히 크지만, 타이어間的 差異는 거의 없다. 63~160Hz 사이의 振動은 순간적으로 減衰하고, 前後 및 上下振動에서 前輪 타이어가 後輪 타이어보다 더 큰 피크值를 갖는 것을 볼 수 있다.



(그림 2) 스프링 下 上下振動 周波數分析結果



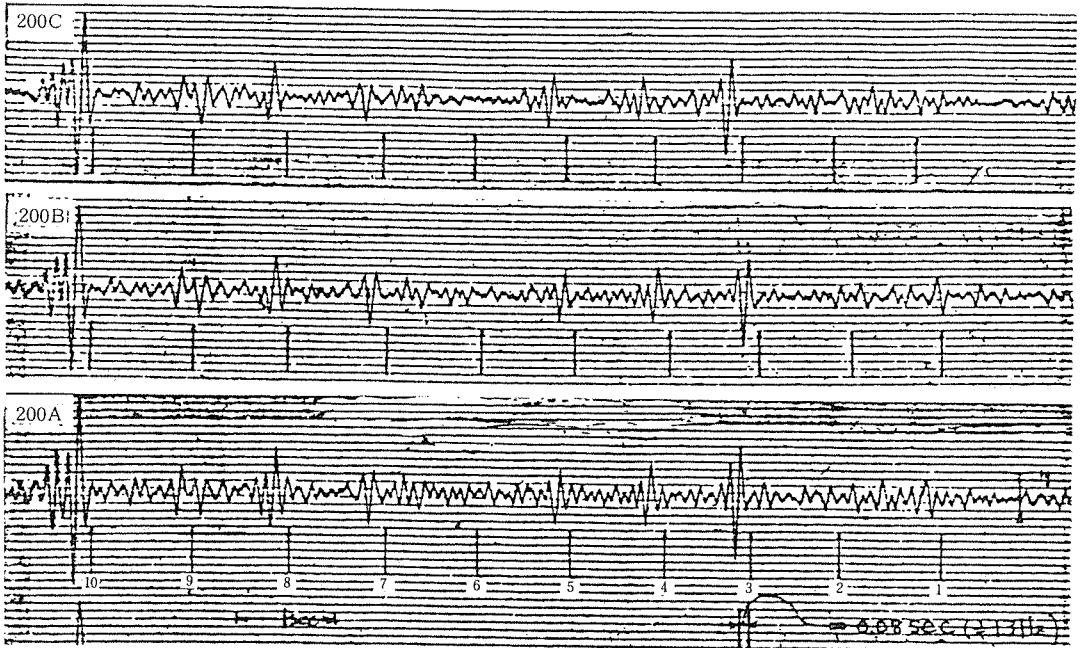
※ ↑는 前輪에 突起物이 도달한 點, 番號는 突起物通過順番.



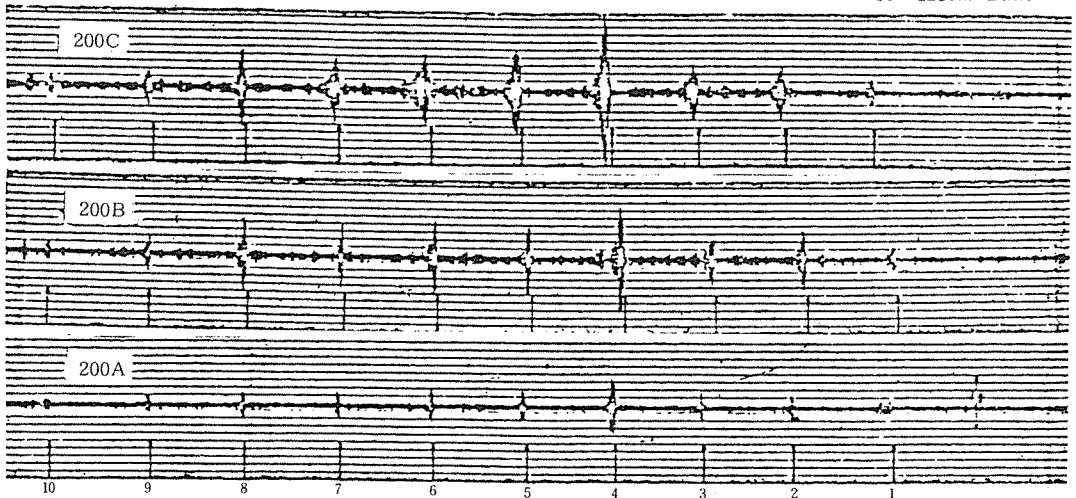
[그림 3] 突起物通過走行時의 前輪前後振動 時系列波形 (스프링下)

速度 : 40km/h

filter 2.5~20Hz Band



filter 63~125Hz Band



※ ↑는 '突起物이 前輪에 도달한 點, 番號는 前輪이 突起物을 넘는 順序.

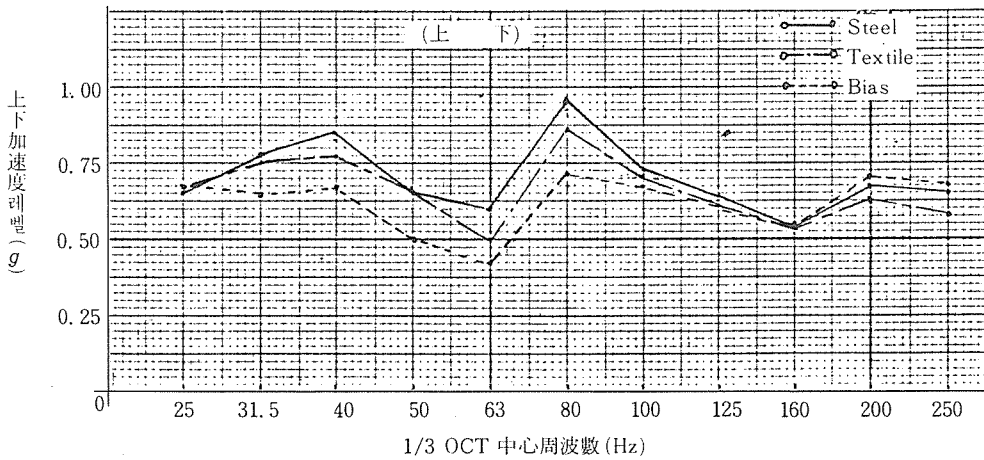
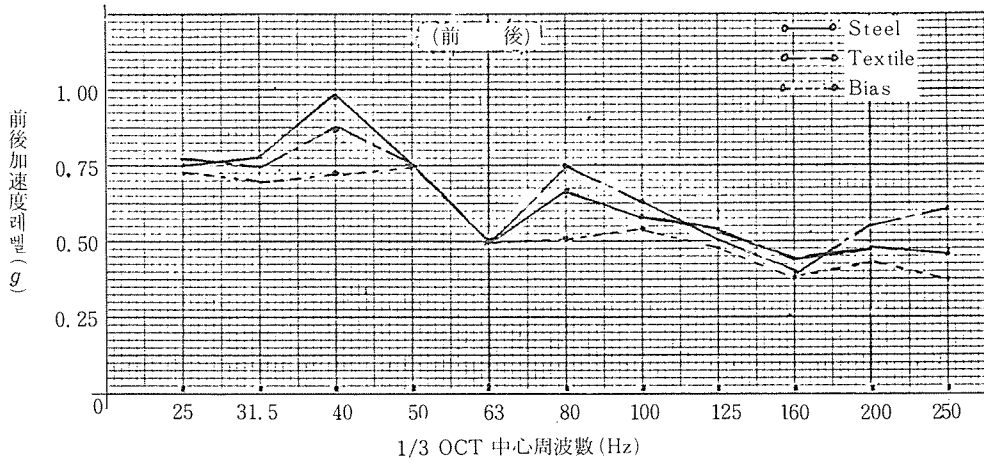
〔그림 4〕 스프링 下 前輪 上下 加速度 時系列 波形

2.2.2 Floor 振動 (Driver seat 振動)

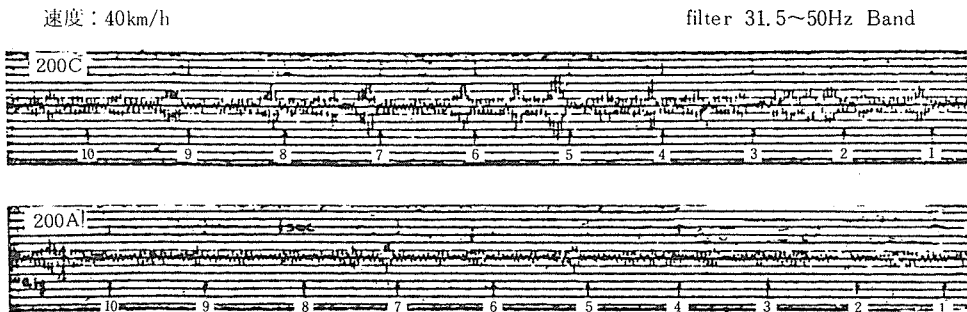
(1) Floor 前後 振動

Floor 振動의 前後 振動은 그림 5와 같이 스프링 下 前後 振動과 거의 같은 스펙트럼을 나타내

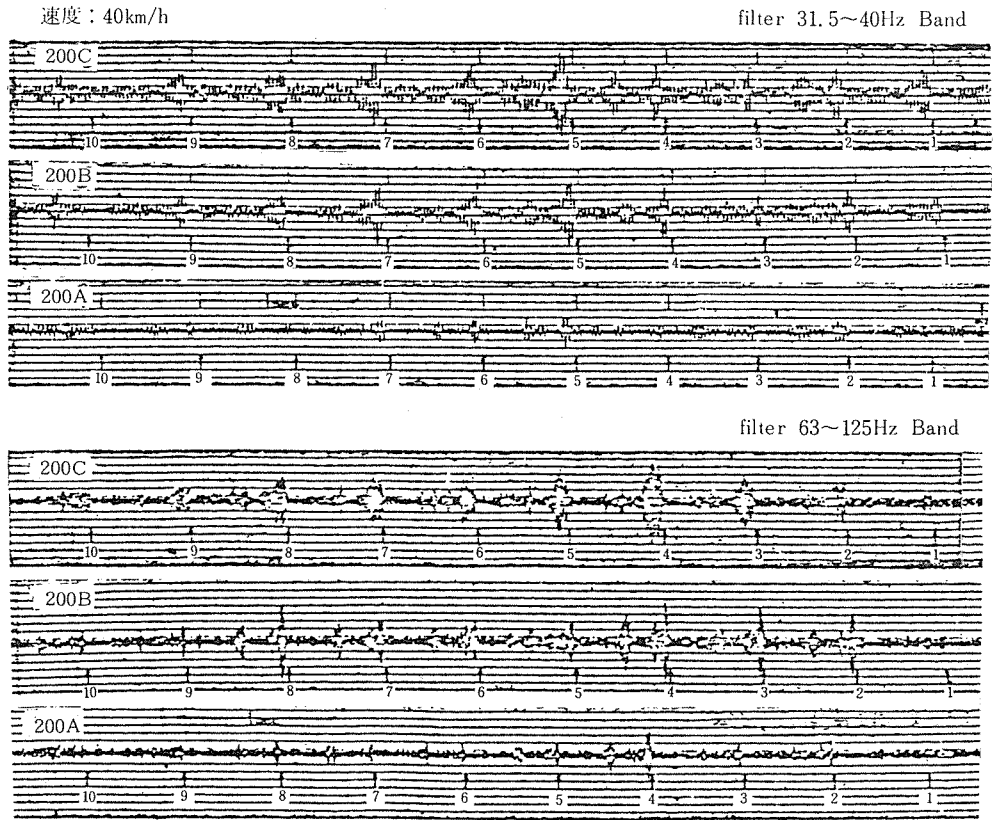
며, 각 타이어 모두 피크 周波數 및 크기의 順序는 스프링 下 前後 振動과 거의 一致한다. 40 Hz 부근에서의 피크의 크기는 Steel > Textile > Bias의 順序로 각각 0.98g, 0.88g, 0.68g이며, 63~160Hz에서의 피크의 크기는 Textile > Steel > Bias의 順序로 각각 0.75g, 0.65g,



[그림 5] Floor 前後·上下振動 周波數分析結果



[그림 6] 突起物通過走行時의 Floor 前後振動 時系列波形



(그림 7) Floor 上下加速度 時系列波形

0.55g이다. 위 결과로 볼 때 Floor 振動의 前後振動은 40Hz 부근에서의 피크의 크기가 63~160Hz 에서의 피크의 크기보다 크다.

(2) Floor 上下振動

Floor 振動의 上下振動은 그림 5와 같으며 스프링 上下振動과는 달리 각 타이어는 40Hz 부근, 63~160Hz에서 피크가 發生한다. 40Hz 부근에서의 피크의 크기는 Steel>Textile>Bias의 順으로 각각 0.85g, 0.78g, 0.65g이며 또 63~160Hz에서의 피크의 크기도 Steel>Textile>Bias의 順으로 각각 0.95g, 0.88g, 0.73g이다. 또 그림 7에서 加速度의 時系列波形을 보면, 40Hz 부근의 振動은 減衰가 늦고, 63~160Hz에서는 순간적으로 減衰한다. 위의 결과로 볼 때, Floor 振動의 上下振動은 40Hz 부근에서의 피크의 크기가 63~160Hz에서의 피크의 크기보다 작다. 따라서 Floor 振動의 前

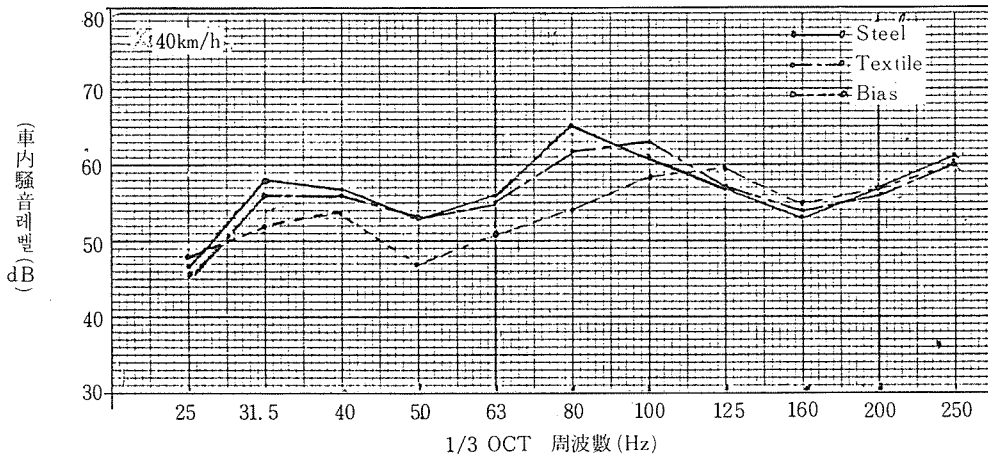
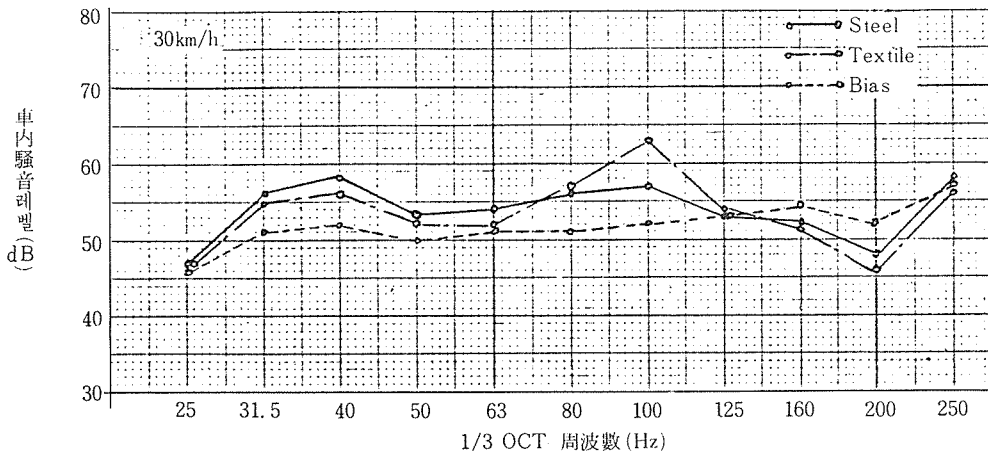
後振動에서는 40Hz 부근에서, 그리고 上下振動에서는 63~160Hz에서 각각 큰 피크가 나타났다.

2.2.3 車內騒音(Shock音)

車內에서의 Shock音의 스펙트럼은 그림 8에 나타난 것과 같이 각 타이어 모두 31.5~40Hz, 63~160Hz, 250Hz 부근에서 피크가 發生하며, 타이어間의 差異는 31.5~40Hz, 63~160Hz 사이에서 나타난다. 31.5~40Hz에서의 車內音의 크기를 보면 Steel>Textile>Bias의 順으로, 각각 58dB(A), 56dB(A), 52dB(A)이고, 63~160Hz에서는 피크周波數가 서로 다르게 發生하며, Steel은 80Hz, Textile은 80~100Hz, Bias는 100~125Hz이다. 그리고 크기는 Textile>Steel>Bias의 順으로 각각 65dB(A), 63dB(A), 59dB(A)이다. 또 그림 9에 表示된 騒音

의 時系列波形을 보면, 63~160Hz 에서는 각 타이어의 피크 周波數의 音이 순간적으로 減衰되는데 反해 40Hz 부근의 音은 순간적으로 減衰

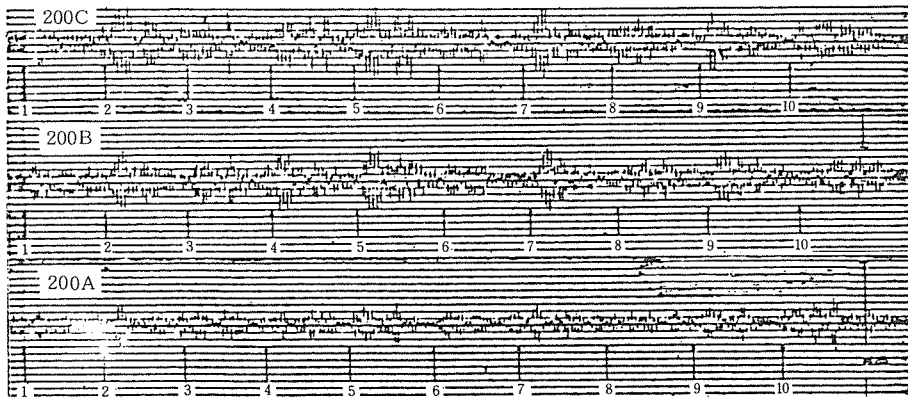
되지 않는다. 위와 같이 車內音의 周波數 63~160Hz 는 31.5~40Hz 보다 큰 피크를 보이고 Harshness 에 큰 影響을 미친다.



[그림 8] 實車路上 騒音 周波數分析結果

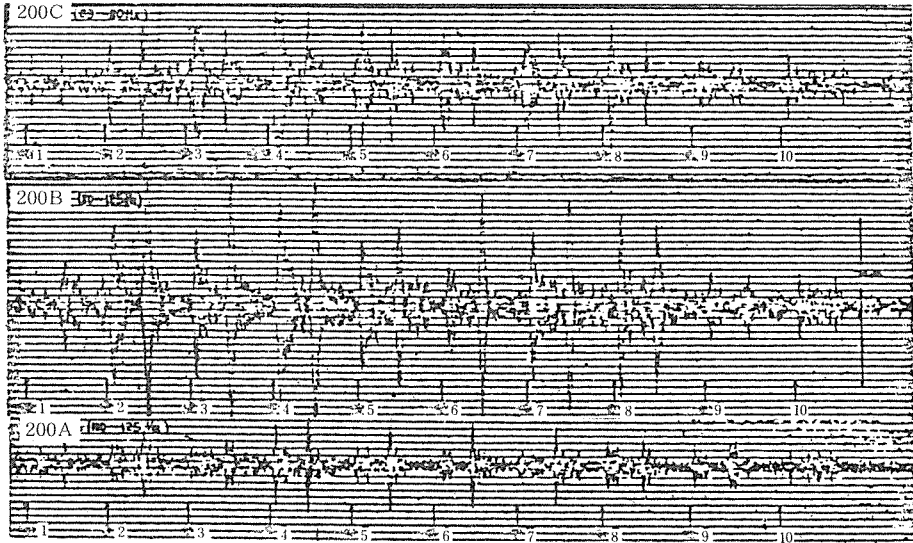
速度: 40km/h filter 31.5~50Hz

※ ↑는 前輪이 突起物에 도달할 때 番號는 突起物 通過番號.



(뒷면에 계속)

速度：40km/h



※ ↑와 ↑ 사이의 pulse音은 後輪에 의한 것.

[그림 9] 突起物 通過走行時의 車內音 時系列波形

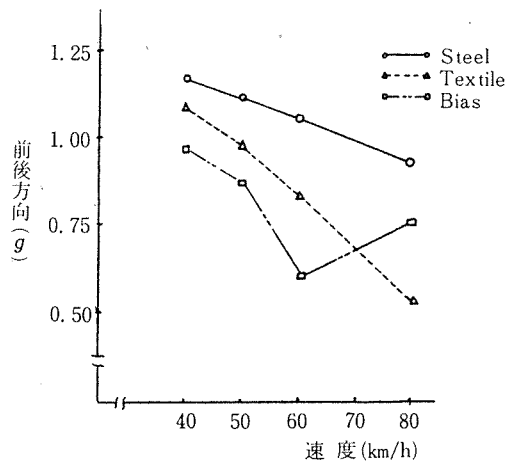
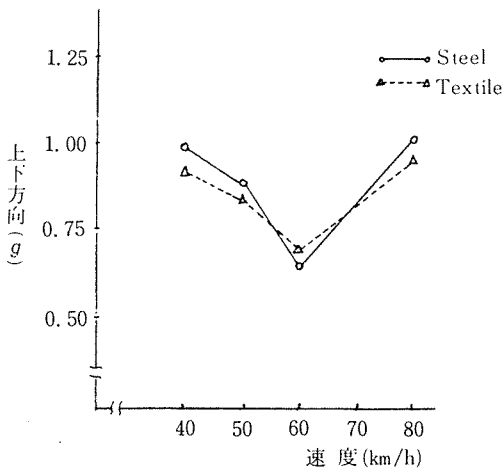
2.2.4 速度依存性

車輛이 突起物을 通過走行할 때, 車輛의 速度가 增加하면, 上下方向振動의 피크의 크기는 30~40km/h에서 가장 크고, 60km/h에서 가장 작으며, 그以後는 서서히 增加한다.

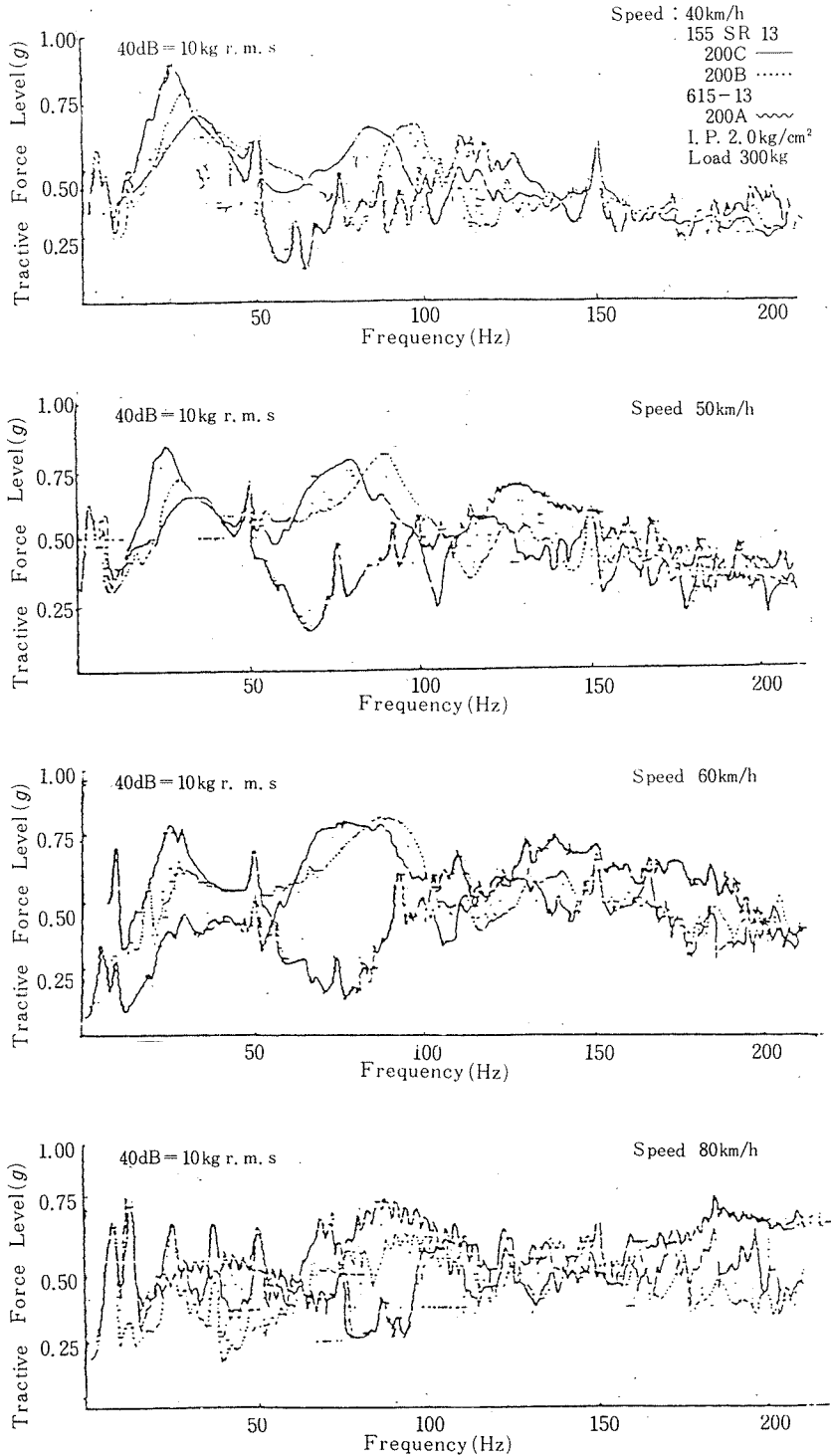
또한 前後方向은 40km/h에서 가장 높고, 그

以後는 서서히 減少한다. 특히 Bias 타이어는 60km/h에서 가장 작으며 以後는 서서히 增加하는 傾向을 보인다. (그림11)

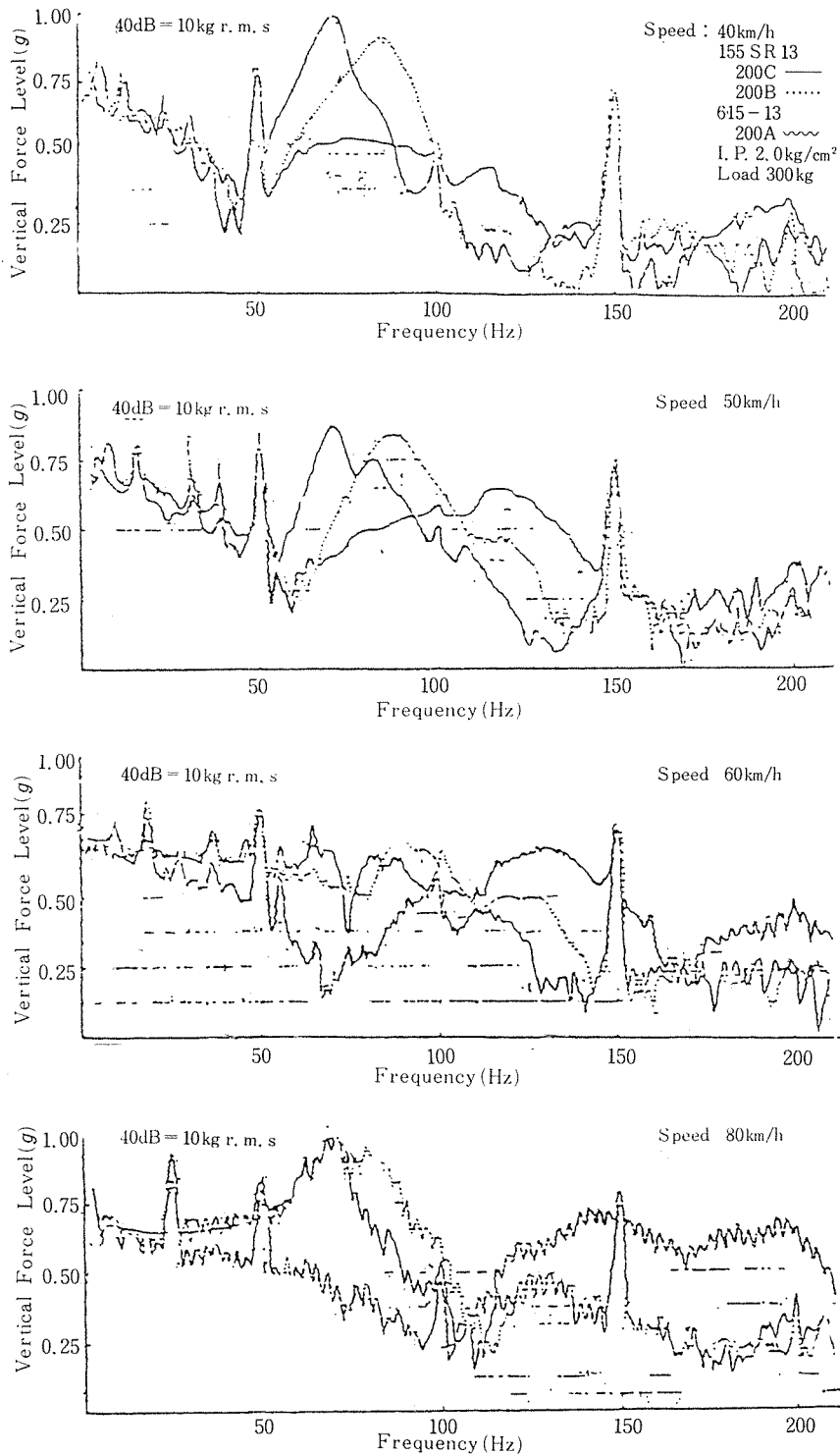
위의 實驗結果로 볼 때, 上下方向 60km/h에서 피크가 특히 낮게 나타나는 現象은 車體와 타이어 相互間의 Resonance로 보이며, 이것은 앞으로의 研究對象이 되고 있다.



[그림 10] 速度와 上下·前後振動方向의 關係



(그림 11) 速度依存性에 의한 前後方向의 周波數分析



(그림 12) 速度依存性에 의한 上下方向의 周波數分析

3. 結 論

위의 實驗結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

(1) 스프링下 振動(타이어 振動)에서 前後振動은 40Hz 附近에서의 振動이 63~160Hz 보다 큰 피크를 보이고, 上下 振動은 63~160Hz에서만 最大 피크를 보인다. 또 피크 減衰速度는 63~160Hz의 피크가 40Hz 부근의 피크보다 빨리 減衰한다.

(2) Floor 振動(Driver seat 진동)에서 前後振動은 스프링下 前後方向 振動의 피크 發生周波數와 크기가 類似하며, 上下 振動은 스프링下 上下方向 振動類型과는 달리 40Hz 부근, 63~160Hz 範圍에서 피크가 發生한다.

(3) 乘用車의 前輪이 後輪보다 振動이 크게 나타난다.

(4) 構造上으로 볼 때, Radial 타이어 構造가 Bias 타이어 構造보다 振動이 심하다. Steel belted Radial > Textile belted Radial > Bias

(5) 스프링下 上下振動의 13Hz 附近에서 最大 피크를 나타내는데, 이것은 車輛의 Suspension 과 타이어와의 Resonance 現象으로 보이며 앞으로의 研究課題이다.

(6) 車内騒音(Shock 音)은 31.5~40Hz, 63~160Hz, 250Hz 부근에서 피크가 發生하며 63~

160Hz에서 最大 피크를 나타낸다. 또 피크 減衰速度는 63~160Hz 피크가 31.5~40Hz 피크보다 빨리 減衰한다.

(7) 走行速度變化에 따른 速度影響은 上下方向 振動에서는 40km/h 前後에서 큰 피크가 發生한 후, 60km/h 前後에서 最低, 그 以後는 서서히 增加한다.

前後方向 振動에서 Radial 타이어는 40km/h 前後에서 가장 높고, 그 以後는 서서히 減少하며, Bias 타이어는 低速에서의 큰 피크가 60 km/h에서 最低가 된 후 그 以後는 서서히 增加한다.

參 考 文 獻

1. Mechanics Third-Edition, Chapter 2. Equation of Motion, Addison-wesley 1971, KEITH R. SYMON.
2. Impact Vibration of Rolling Tires. SAE Paper 770612. Martin R. Barone Research Labs, General Motors Corp.
3. Instrumented Car Response During Obstacle Envelopment by Rolling Tires. SAE Paper 830161.

本 論文은 自動車工學會主催 “車體, 새시, 安全部門 學術講演會”(85. 8. 23)에서 當社가 發表한 內容임.

☆

☆

☆

精誠모아 만든 商品 제값받고 알찬 輸出