

타이어 트랙션試驗車 및 基礎的 實驗結果

橫濱고무株式會社 타이어技術本部

前田行男·加賀弘·松下良弘

要旨 타이어의 實路面上에서의 트랙션性能을測定, 評價하는것은 自動車의 發進, 加速, 制動 및 旋回性能의 點으로부터 重要하며 이것을 測定하기 爲해서 타이어 트랙션試驗車를 開發했다. 이試驗車는 타이어의트랙션性能을 미끄럼률과制動, 驅動係數의 關係, 橫滑角과 사이드포오스係數, 어라이닝토루크의 關係로 測定되는 特長을갖는다. 이試驗車를 利用해서, 乾燥 및 濕潤아스팔트路上과 雪路上에서의 트랙션性能에 對한 타이어트래드의 基本的 페턴의 影響을 測定한結果, 다음과 같은 知見을얻었다. (1)道路의 狀態의 相違에 依한 타이어트랙션性能은 乾燥狀態에선 濕潤狀態보다크며 雪路上에선 前兩者보다 훨씬작다. (2)트래드의 縱方向의 溝本數의 影響에 對해선 如何한 路面狀態에서든 溝本數가 增加한만큼 트랙션性能은 增加하나 어느溝本數에선 飽和하는 傾向이있다. (3)雪路上에서의 트래드의 溝角度에 對해서는 溝의角度가 타이어의 進行方向에 對해서 直角의 페턴이 좋다고 할 수 있다.

1. 緒言

타이어 트랙션試驗 方法에 關한 文獻은 許多하게 發表되고있다. 制動에선 停止距離方法, 減速度方法, 트레일러나 專用試驗車를 利用하는 方法등이있다^{1)~9)}. 이境遇 車輪록크時的 制動力을 測定한것이 많으며 또 一部에 制動過程에 있어서의 피이크值를 測定한것도보여진다. 코너링트랙션에선 圓旋回하는車(로오프使用한것과 不 사용한 것이있다)의 速度를 增加시켜가며, 콘트롤을 상실할때까지의 最高速을 測定하는方法^{10)~11)} 트레일러나 專用試驗車를 使用해서 코너링포오스라든가 사이드포오스와 橫滑角과의 關係를 測定하는 方法^{12)~13)}등이있다. 著者들은 이들의文獻을 調査하여 또 試驗機의 構造를可及的 簡單하게 하는것에 留意해서 高速버스를 利用한타이어 트랙션試驗車를 設定했다. 이報告에선 이試驗車와 이것을 使用해서 測定한 基礎的 實驗結果에 對해서 發表한다.

2. 타이어 트랙션試驗車

圖 1에 試驗車의 外觀圖를 表示한다. 이에는 兩個의 裝置, 即 驅動, 制動力測定 裝置와 코너링트랙션測定

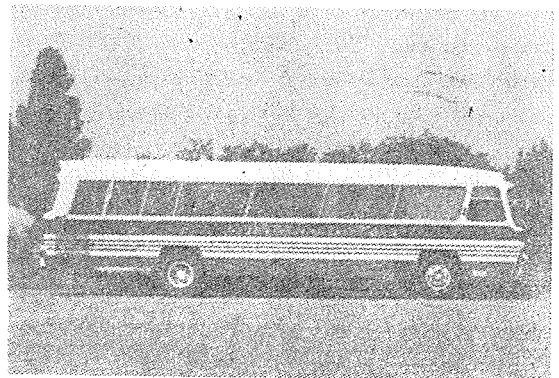


圖 1. 타이어 트랙션試驗車

裝置등이 積載되어 있다. 兩者共히 乘用車用 타이어를 對象으로 한 것이다.

2.1. 驅動, 制動力 測定裝置

試驗타이어는 330p.s.의 가스런엔진에 連結된 油壓 펌프로, 驅動되는 油壓모터에 依해서 每時 0~100km의 사이의 任意的 速度로 強制的으로 回轉된다. 따라서 任意的 미끄럼率로 타이어를 돌릴 수가 있다. 各試驗條件으로 타이어토크를 測定하여 驅動 制動力을 計算에 依해서 求한다. 同時에 타이어荷重, 타이어速度, 車速을 記錄한다. 이 裝置에선 타이어徑 500~800mm, 림사이즈 12~15in, 타이어 荷重 0~1,000kg, 車速 0~100km/h의 範圍로 試驗可能하다. 또한 車速은 第5輪을 使用해서 測定한다. 미끄럼率 S는 次式으로 求한다.

$$\text{驅動 } S = \frac{V_t - V_v}{V_t} \times 100(\%)$$

$$\text{制動 } S = \frac{V_v - V_t}{V_v} \times 100(\%)$$

여기에 V_t 는 타이어速度, V_v 는 車速이다.

驅動, 制動力係數는 驅動, 制動力을 타이어의 縱荷重으로 나누어서 求한다.

이 裝置를 使用해서 所謂 프리 로어링으로부터 토크狀態까지의 사이의 타이어의 미끄럼率과 驅動, 制動力係數와의 關係를 求할 수가 있다.

2.2. 코오너링 트랙션測定裝置

이 裝置에는 2개의 테스트타이어를 裝着한 裝置가 있다. 이것은 테스트타이어에 發生하는 사이드포오스를 서로 cancel시켜서 試驗車의 進行方向에 影響을 안주도록 하기 爲해서이다.

코오너링特性은 驅動 또는 制動토크가 作動하고 있는 狀態로도 測定可能 할 것이 바람직하나 機構가 複雜하게 되고 또 타이어荷重, 사이드포오스, 어라이닝토크 등에 干涉하기 쉽게 되고 精度를 低下하는 것등으로 해서 本裝置에선 自由轉動의 타이어의 測定만에 限定했다.

橫滑角은 0~90도의 사이에서 電氣-油壓사아브 裝置에 依해서 付與된다. 타이어荷重, 사이드포오스, 어라이닝토크, 轉倒抵抗은 3軸로오드셀에 依하여 檢出된다. 車速은 第5輪으로 測定된다. 켈바角은 0~10도의 範圍에서 手動에 依하여 付與된다. 타이어 荷重의 測定範圍는 0~1,000kg, 사이드포오스 0~1,000kg, 어라이닝 토크 0~40kg·m, 轉倒抵抗 0~1,000kg이다. 사이드포오스 係數는 사이드포오스를 타이어의 縱荷重에 依해서 나누어서 求한다. 이 裝置에 依據 橫滑角과 各已 사이드포오스係數, 어라이닝토크, 轉倒抵抗과 의 사이의 關係를 求할 수가 있다.

3. 基礎的 實驗結果

3.1. 他試驗車와의 相關

日本自動車研究所(JARI)의 트레일러 試驗車와의 相關關係를 調査했다. 一例로서 토크時의 制動力係數를 圖2에 表示한다. 相關係數는 0.966으로서 相當히 좋은結果를 얻었다.

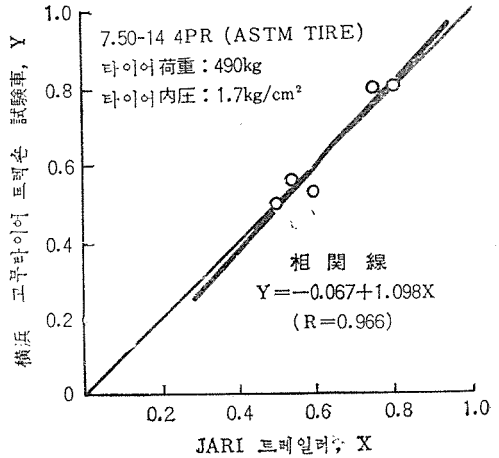


圖 2. JARI 트레일러와의 相關性

3.2. 路面狀態의 影響

乾燥아스팔트, 濕潤아스팔트, 雪路에 있어서의 驅動, 制動力係數의 測定例를 圖3에 表示한다. 乾燥와 濕潤의 아스팔트에선 60km/h時, 雪路는 40km/h時의 데이터이며 供試타이어는 아스팔트는 普通타이어, 雪路는 스

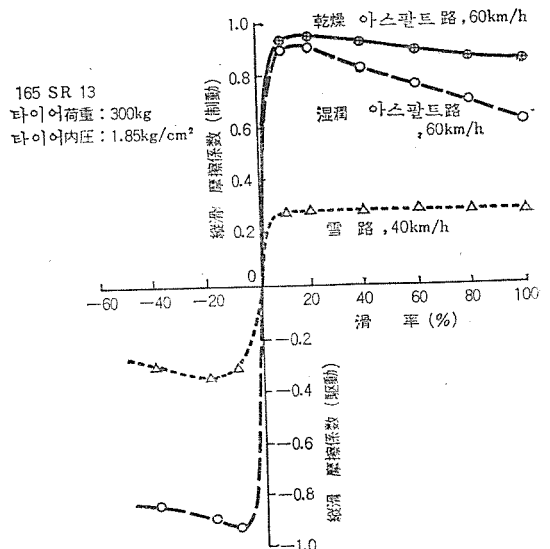


圖 3. 미끄럼率과 摩擦係數와의 關係; 路面狀態의 影響

노우 타이어이다. 또한 메이타의 不足 때문에 乾燥아스팔트路上에 있어서의 驅動力係數는 푸트트헤이지 얇다 曲線의 傾向을보면 乾燥아스팔트에선 미끄럼率 15%까지는 增加하여서 最大로되며 그後 미끄럼率 100%까지 거의 不變이다. 濕潤아스팔트로되면 미끄럼率 15%까지는 最大値는 多少낮다고는해도 乾燥路上과 거의 같은 傾向을 表示하나 最大値를 넘으면 相當히 큰 減少를 보인다. 보는法을 變更하면 乾, 濕路의 록크時的 係數의 差는 最大値의 差보다 相當히 크다고 하는 特徵이 있다. 또 車速이 커질수록 이 差는 커진다.

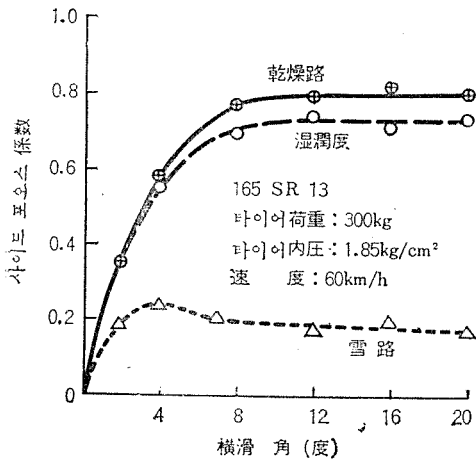


圖 4. 橫滑角과 사이드 포오스係數와의 關係: 路面 狀態의 影響

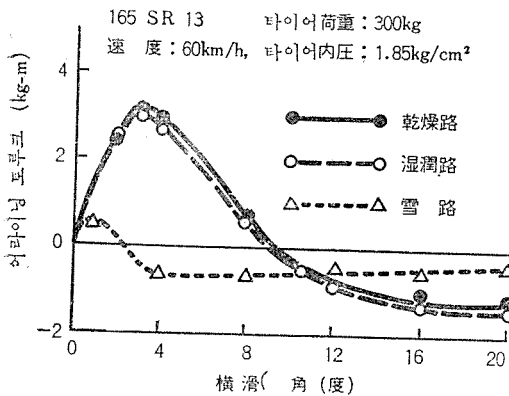


圖 5. 橫滑角과 어라이닝트루크와의 關係: 路面 狀態의 影響

雪路에서의 係數는 畚미끄럼率領域을 通해서 宏壯히 낮은 값을 表示한다. 사이드포오스 係數의 測定結果를 圖4에 表示한다. 이 境遇 試驗速度는 모두 60km/h였다. 작은 橫滑角의 範圍에선 乾, 濕의 差는 거의 없으나 3度附近을 넘으면 濕潤路上的의 値가 乾燥路上的의 値보다 徐徐히 낮아져서 드디어 兩者의 差가 거의 一定하게 된다. 雪路

에선 測定한 全橫滑角領域에서 乾濕아스팔트路의 値보다 極히 낮은 値이며 또 보다 작은 橫滑角에서 最大로 되어 있다.

圖5는 어라이닝트루크를 表示한 것이다. 乾濕아스팔트의 差는 거의 안보이나 雪路에선 大端히 작은 値이며 또 最大値도 작은 角度로 나타나 있다. 또한 2度附近 으로부터 제빠르게도 負의 値로 되어 있다. 一般的으로 마찰계수의 측정에는 不均一이 따라서 特히 雪路에선 크므로 이들은 모두 傾向에 對해서만 議論 한 것이다. 또 水深의 依存性도 問題로서 지금까지도 數 많은 文獻이 發表되어 있다. ^{14)~16)}, 著者들의 測定의 경우,

水深을 콘트롤 할 裝置는 없으나 NASA에서 開發된 水膜두께 計器로 測量하였든바 0.5~1.5mm의 範圍였다. 따로 ASTM의 方法으로 散水量을 갈아서 測量하였든바 0.5mm 以上에선 거의 不變한다고 하는 結果도 얻고있으므로 今番의 測定데이터는 水深의 影響은 거의 없었던 것으로 생각된다. (勿論 타이어 溝깊이에 相當하든가 그 以上の 水深으로되면 하이드로플레이닝 現象을 發生하나 이것은 本報告의 範圍는 아니다)

3. 3. 濕潤路上에 있어서의 타이어 溝本數의 影響

濕潤路上에선 排水效果가 問題로되나 이 要素의 하나에 타이어의 溝의 本數가 있다. 스무우스트렛트의 타이어에 幅 6mm, 깊이 7mm의 溝를 1本으로부터 9本까지 손으로파서 여기에 스무우스트도 加해서 制動力係數, 사이드포오스係數, 最大 어라이닝트루크를 測定했다. 圖 6에 供試타이어를 表示한다. 이 경우의 試驗速度는 90km/h, 路面은 아스팔트이다. 圖 7은 制動力係數를 表示한 것이다. 最大値, 록크狀態의 値, 共に 있는 臨界의 溝本數까지는 增加하며 그되는 거의 一定으로 되어 있다. 이 境遇의 臨界本數는 3本이었다.

圖 8은 사이드포오스係數의 最大値를 表示한 것으로서 이것도 3本까지는 增加하며 그 以上은 거의 同一하거나, 오히려 내려가는 傾向에 있다.

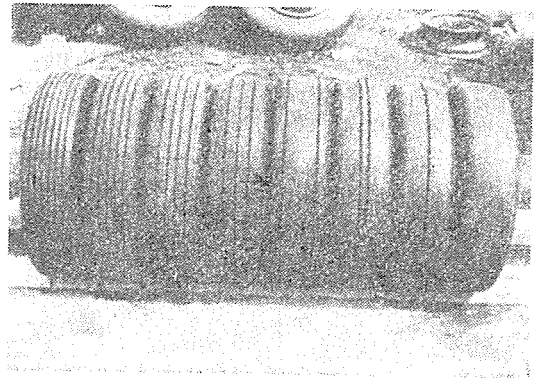


圖 6. 테스트타이어

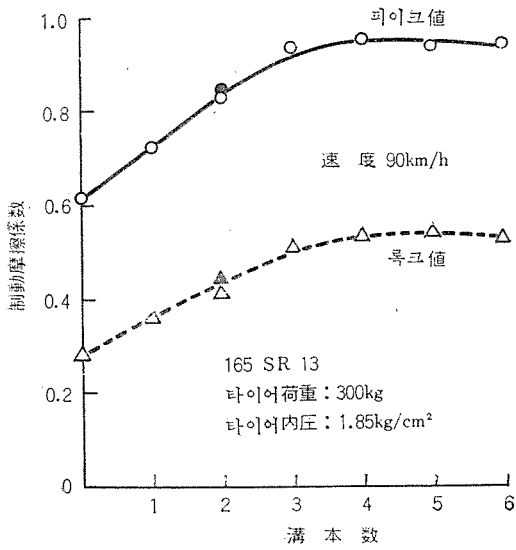


圖 7. 縱滑性能에 對한 溝本數의 影響

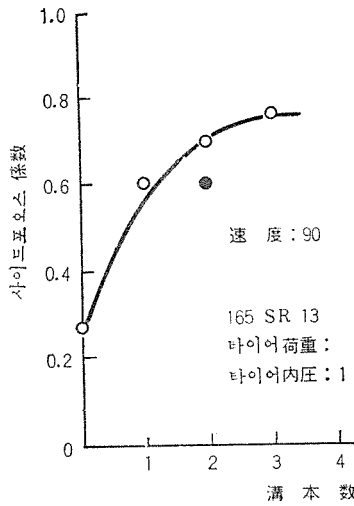


圖 8. 橫滑性能에 對한 溝本數의 影響

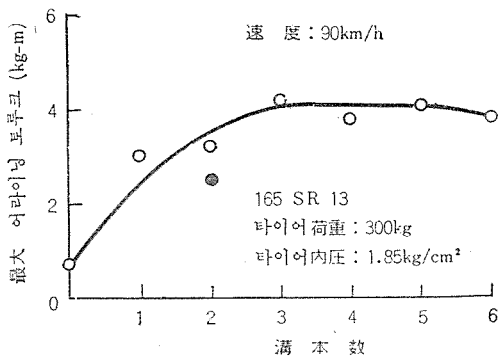


圖 9. 어라이닝 토크에 對한 溝本數의 影響

圖 9는 最大 어라이닝 토크를 表示한것으로서 이 것도 同様の것을 말할수 있다.

이들의 것으로부터 溝의 排水効果는 어느 臨界本數까지는 本數의 增加와함께 增加하나 그 本數를 넘으면 타이어, 路面間의 實質의 接觸面積이 減어 各係數나 토크가 오히려 減少하는 結果로도 된다고 말할수 있다.

코오너링 特性에선 다시 트렛드部의 橫滑性이 減少하는것도 値를 낮게하는 原因으로 되어있는 것으로 생각된다. 또한 이 臨界本數는 타이어사이즈, 트렛드幅과 溝의幅, 깊이 등에 影響되므로 今番의 實驗에선 3本이었지만 別途의 條件에선 또 別途의 本數로 될것이다.

3. 4. 雪路에 있어서의 트렛드페턴의 影響

最後로 雪路에서 制動力係數, 사이드포오스係數, 어

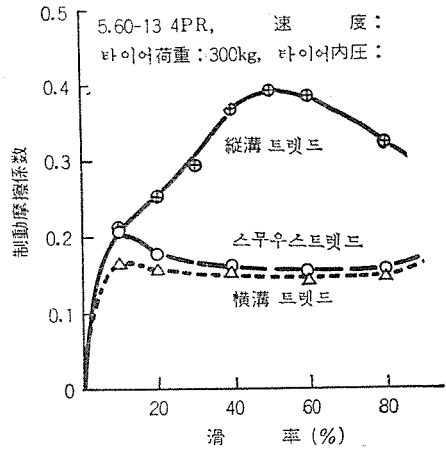


圖10. 雪路에서의 트렛드페턴과 縱滑性能과의關係

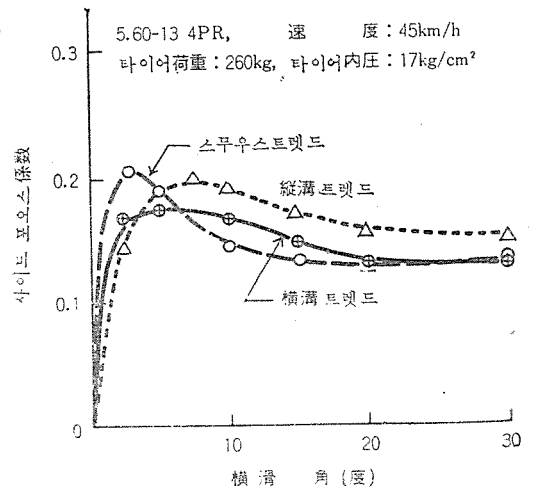


圖11. 雪路에서의 트렛드페턴과 橫滑性能과의關係

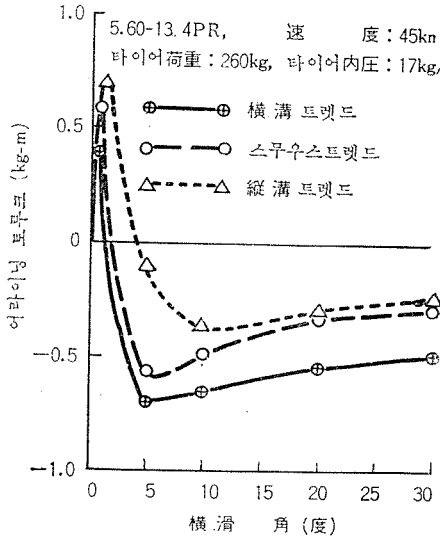


圖12. 雪路에서의 트레드

라이닝토크가 스무우스, 橫方向溝, 縱方向溝의 타이어로 如何히 相異하느냐 하는것에 對하여 말한다.

圖10은 制動力係數를 表示한것이다.

橫方向溝의 타이어는 他에 比해서 極히 높은 值를 表示하며 또 最大値는 相當히 큰 미끄럼率 即 50%附近에서 발생하고있다.

여기서 特徵의인것은 低滑率 領域에서 스무우스의 係數가 比較的 큰點이다.

圖11은 사이드포오스 係數를 表示한것이다. 制動力 係數와 달라서 周方向溝가 比較的 높은 值를 表示하고 있다. 또한 이 境遇도 스무우스는 橫滑角이 작은 範圍로 높은 值로 되어 있다. 그 理由는 明確하지는 않으나 初期에는 스무우스의 有效한 接地面積이 높기때문에 큰 值를 表示하며 미끄러지기 始作하던 스무우스로는 눈(雪)을 잡을 手段이 없기때문에 係數가 急激하게 減少하는 것으로 생각된다. 이 現象은 制動力係數에도 合當하는 것으로 생각된다.

圖12는 어라이닝토크를 表示한것이나 傾向으로서 는 사이드포오스 係數와 同様이라고 말할수 있다.

4. 結 言

대충 實驗의 結果로부터 이 試驗車는 相當히 有用한 것으로 생각된다. 今後 一層의 實驗을 進行시켰으면 하고 構想中이다.

타이어의 周方向溝의 溝本數의 效果에 對해서는 制動力係數, 사이드포오스 係數, 어라이닝토크 共히 거의 同様の 傾向이 보여 溝는 타이어의 모든 윗트랙선 에 對해서 거의 同様の 役割을 遂行하고 있다고 생각된다. 雪路에선 橫滑角의 境遇, 勿論 回轉面에 對해 90 度는 아니나, 트레드의 리브가 타이어 進行 方向에 關해서 直角에 가까운 便이 트랙선에 對해서 有效하다고 思 料된다.

文 獻

- 1) JIS D 1013
- 2) SAE Recommended Practice J299
- 3) ASTM E445-71T
- 4) Maycock, G., *Rubber Chem, Technol.*, 41, (4) p. 780, 1968
- 5) Rizenbergs, R.L., ASTM, STP456, p. 102, 1969
- 6) ASTM Designation E274-66T
- 7) Stability and Control Research Committee of JARI Technical Report, No.7, (1973)
- 8) Smith, L.L., Fuller, S.L., ASTM, STP456, p.4 (1969)
- 9) Dijks, A., SAE paper 741106
- 10) Maeda, Y., paper No.2 of safety Research Tour Stability and Control Committee, SAE of Japan, (1969)
- 11) Bergman, W., Clemett, H. R., Sheth, N. L., SAE paper 710630, (1971)
- 12) Cortese, A.D., Rockafellow, C.S., SAE paper 710092 (1971)
- 13) Beauregard, C., McNall, R. G., SAE paper 730147 (1973)
- 14) Giles, C. G., First International skid Prevention Conference, Proc., 1, p. 267 (1959)
- 15) Sabey, B.E., Williams, T., Lupton, G. N., SAE paper 700376, (1970)
- 16) Veith, A. G., *Rubber Chem, Technol.*, 44, (4), p. 962 (1971)

(1976. 3 日本 고무協會誌)