

<技術資料>

Hydroplaning 現象의 追究

한국 타이어 제조주식회사
기술 개발부

1. 緒 論

드라이버에게 보다 憂鬱한 雨期가 가까워졌다. 年中 가장 交通事故가 많은때도 이 季節이다. 오늘날과 같이 車輛이 高速化 해지면 아차하는 사이에 Slip도 큰 事故를 가져올 公算이 클 뿐 아니라 自身의 生命에도 위협을 받는다. 따라서 雨天時의 Slip 事故와 最近問題가 되고 있는 Hydroplaning 現象에 對해서 說明하기로 하겠다.

2. 비오는날의 Slip 事故

(1) Slip의 原因

走行中の 自動車는 Tire와 路面間의 摩擦力에 依하여 支持되고 있다. 乾燥한 路面에서는 充分한 摩擦力이 있지만은 비오는 날에는 路面과 타이어 間을 물이 완전히 分離시켜 마치 潤滑油와 같은 作用을 이르게 摩擦力은 低下한다.

摩擦力의 크기를 表示하는 指標로서 「摩擦係數」라는 말을 使用하지만 이것은 타이어에 加해지는 垂直荷重과 摩擦力과의 比를 表示하는 것으로서 摩擦係數가 낮을수록 미끄러지기 쉽다는 것을 意味한다.

$$\text{摩擦係數} = \frac{\text{타이어가 slip 할 때의 摩擦力}}{\text{타이어에 加해지는 垂直荷重}}$$

그리고 「그림 1」은 雨天時의 摩擦係數가 어느 程度로 低下하는가를 表示한 典型的인 一例인데, 여기에서도 아는 바와 같이 비가오기 始作할 때는 特別히 摩擦係數의 低下가 顯著하다.

이것은 비가 오기 시작하여 잠시동안은 道路에 물이 있는 먼지 기름 등이 빗물에 섞여 粘度가 높은 液體로 되어 그것이 特別히 摩擦力을 低下시키기 때문이다. 그림 1에서 說明한 바와 같이 비가 오기 始作했을 때 摩擦係數는 0.4이다. 이것은 乾燥한 路面의 摩擦係數 0.8이 1/2로 低下된다는 뜻이다. 바꾸어 말하면 乾燥한 路面의 摩擦力의 1/2程度로서 Slip을 일으키기 始作한다는 뜻으로 젖은 路面일수록 slip의 危險은 增大한다는 것을 알아야 하겠다.

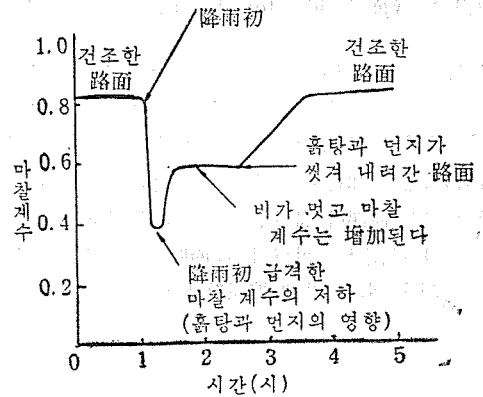


그림 1 비와 노면의 마찰계수

지금 이 slip의 實態를 具體的인 例로 表示하면 「第1表」「第2表」와 같다. 第1表는 路面의 狀態와 制動距離의 關係를 表示한 것이다. 時速 40 km로 走行中の 車가 乾燥한 路面에서는 約 8m 距離에서 停止하는데 對해서 비가 와서 젖기 始作한 路面에서는 16m, 비에 씻겨진 路面에서는 11m에 達한다. 또 時速 60 km인 경우 乾燥한 路面에서는 約 18m 비오기 始作해서는 41m, 비에 씻겨진 路面에서는 29m에 達한다.

第1表 노면의 마찰계수와 정지거리

건 조 로	신 품 TIRE	40 km/h		90 km/h	
		마찰 계수	정지 거리 (m)	마찰 계수	정지 거리 (m)
	마 모 TIRE	0.8	7.9	0.8	17.8
降 雨 初	신 품 TIRE	0.4	15.7	0.35	40.5
젖 은 길	마 모 TIRE	0.3	21.0	0.25	57.0
비 로 젖 거	신 품 TIRE	0.6	10.5	0.5	28.9
진 길	마 모 TIRE	0.45	14.0	0.35	40.5

(2) 摩耗타이어의 危險性

第1表는 또한 다음의 3가지 重要한 事項을 보여 준다.

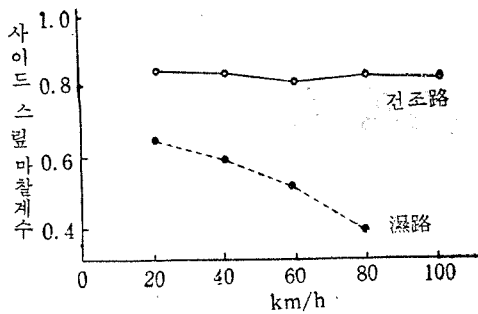


그림 2 속도 와 side slip 마찰계수(아스팔트道路)

첫째, 젖은 路面에서는 速度的 增加와 共히 摩擦係數가 低下한다는 것이다. 第2圖와 第3圖는 中間의 事情을 如實히 말해 주고 있다. 車速이 빨라지면 타이어의 回轉數는 增加하고 타이어의 接地部分이 路面에 接觸하고 있는 時間이 짧아진다. 때문에 Tread pattern의 重要한 役割인 타이어와 路面間의 水膜을 잘라 없애는 役割이 弱해져서 摩擦係數가 低下한다는 것이다.

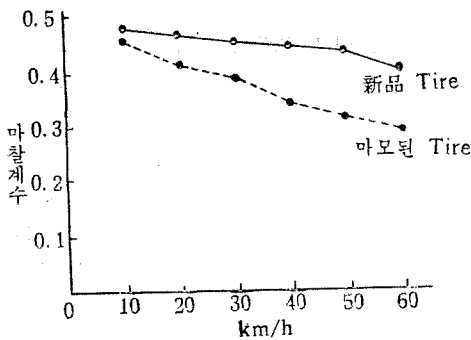


그림 3 속도 와 마찰계수

둘째, 同一하게 젖은 路面에서는 新品 타이어에 비하여 磨耗된 타이어는 slip을 일으키기 쉽다는 것이다. 第1表에 明示한 바와 같이 完全磨耗된 타이어는 新品 타이어와 比較할 때 約 25% 摩擦係數가 低下된다. 그러나 트레드가 80% 程度 磨耗되면 急激히 摩擦係數가 떨어진다 는 記錄도 나와 있다.

셋째, 磨耗된 타이어라도 乾燥한 路面에서는 新品 타이어와 摩擦係數는 大差없다. 이들 事實로서 雨天下의 運轉時 다음 事項을 注意해야 하겠다.

- 日常 運行하는 道路라도 充分히 速度를 調整할 것.
- 트레드의 殘量이 2~3mm 以下의 타이어는 절대로 使用치 말것.

○부득이 해서 磨耗된 타이어를 使用할 때는 新品 타이어 보다 一層 Speed를 억제할 것.

第2表는 半徑 20m 및 40m 의 Curve를 走行할 경우 Slip을 일으키는 限界速度를 表示한 것이다. 이 表에서 비가 오기 始作해서는 乾燥한 路面에 對해서 新品 타이어로 約 30%, 또한 磨耗된 타이어에서는 50% 程度 速度를 낮추지 않으면 安全走行이 되지 않는다는 것이 明瞭하다.

第2表 路面과 安全限界速度

		安全限界速度	
		半徑 20m 의 커브	半徑 40m 의 커브
건 조 로	신품 TIRE	40 km/h	60 km/h
	마모 TIRE	40	60
降 雨 初 젖 은 길	신품 TIRE	30	40
	마모 TIRE	25	30
비로 씻긴 길	신품 TIRE	35	45
	마모 TIRE	30	40

(3) Tread pattern(트레드 모양)의 役割

타이어 設計의 點에서 보면 雨天時의 Slip防止를 위해서는 特히 Tread pattern의 設計가 重要하다. Pattern은 Slip에 對해서 다음 두 가지 역할을 한다.

첫째, Pattern의 接地壓力으로 水膜을 깨뜨려 물을 Pattern의 홈(溝)을 통하여 排除한다. 이를 드레인 效果라 한다.

둘째, 接地했을 때의 Pattern의 움직임에 依하여 路面의 물을 막아 내어 摩擦係數를 增加시켜 준다. 이를 와이핑 效果라 한다.

따라서 트레드 Pattern은 다만 디자인상의 模樣뿐이 아니고 그 形狀, 溝(홈)의 配列과 크기, 그리고 數 많은 Blade(철帶에 依하여 트레드 고무를 쪼개는 역할을 한다) 등이 合理的으로 組合하여서만 비로소 「드레인 效果」 및 「와이핑 效果」를 最高로 發휘하는 Pattern이 되는 것이다.

타이어가 미끄러지는 것은 磨耗되면 이 Tread pattern의 홈(溝)이 얕아져서 드레인 效果 및 와이핑 效果가 低下되어 磨耗係數가 작아지기 때문이다.

以上의 效果로도 얼마나 Pattern의 役割이 重要한 가를 알 수 있을 것이다.

3. 하이드로 푸레닝에 대하여

(1) Hydroplaning 現象이란 ?

앞에서 說明한 Slip에 對해서는, 路面이 一定하게 젖어 있을 경우이나, 甚한 降雨 등으로 2~3mm 以上の

물이 路面에 고여 있을 경우에는 若干의 다른 現象이 일어난다. 깊은 물속으로 車가 突入하면 큰 抵抗을 느끼며 한 쪽 바퀴만을 突入시킬 경우에는 Handle 을 유지할 수 없을 때가 많다. 또한 水中에서 速度를 높여서 走行하면 물의 抵抗을 急増시켜 결국 타이어가 물위로 떠 오르게 된다. 이것이 <Hydroplaning> 現象이다.

모터보트나 水上스키가 물위를 滑走할 경우 速度를 올리는데 따라서 결국 船體가 물 위로 떠 오르게 되는데 마치 이와 유사한 현상이므로 Hydroplaning 이란 名稱이 붙여지게 되었다.

最近 排水가 나쁜 路面에서 高速走行時의 Slip 原因은 이 Hydroplaning 現象의 發生에 있다는 事實이 判明되어 運轉時의 注意가 喚起되고 있다.

(2) Hydroplaning 現象의 危險性

第4圖는 물이 얼마나 타이어를 떠 오르게 하는가를 概略的으로 表示한 것이다.

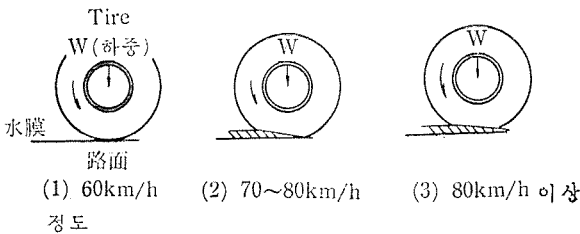


그림 4 하이드로 프레닝 현상

路面 위에 고인 물은 速度增加와 함께 타이어 接地面에 “쇄기” 狀으로 되어 浸入하며 이것이 此際에 커지면 결국타이어는 路面에서 떨어져 물위로 떠올라와 버린다.

Hydroplaning 現象이 發生하면 다음과 같은 危險이 따른다.

- 가. 부레이크가 들지 않는다.
- 나. 牽引力이 전혀 없어진다.
- 다. Handle 을 틀어도 Curve 가 틀리지 않는다.
- 라. 弱한 橫風을 받아도 方向이 不安定한 狀態가 된다.

(3) Hydroplaning 의 限界속度

Hydroplaning 의 限界속度는 대개 타이어 空氣壓의 平方根에 比例한다고 傳해진다. NASA(美航空宇宙局)의 研究에 依하여 算出된 實驗式에 依하면 極 簡單한 式으로

$$V_{cr} = 63\sqrt{P}$$

여기서 V_{cr} = Hydroplaning 發生限界속度 (km/h)

$$P = \text{空氣壓 (kg/cm}^2\text{)}$$

가 된다.

第5도에서는 空氣壓과 Hydroplaning 의 限界-速度와의 關係를 表示하고 있다. 이에 依하면 一般乘用車의 경우 타이어의 空氣壓은 1.7~2.1 kg/cm² 이므로 Hydroplaning 限界속度는 80 km/h 정도로 약간 낮지만 空氣壓 6.0 kg/cm² 前後에서 限界속度는 150 km/h 로 相當히 높아진다. 이상에서 明白한마와 같이 高速走行時에는 Hydroplaning 防止의 뜻에서도 空氣壓은 높게 해 주는 것이 安全走行의 Point 가 된다. 또 이 限界속度는 다음과 같은 因子에 依해서도 左右되므로 車速度, 空氣壓, 路面의 狀態, 타이어의 마耗狀態 等에도 十分 留意하지 않으면 안된다고 생각한다.

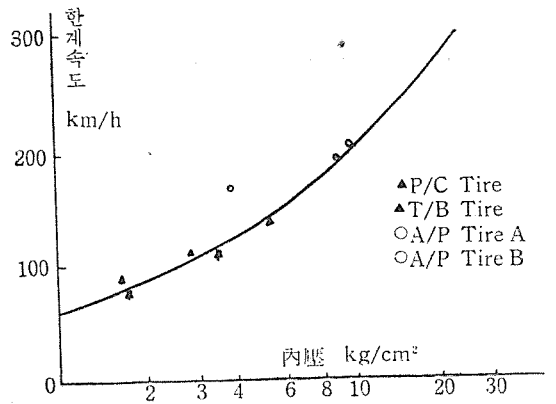


그림 5 하이드로프레닝 限界속度

(가) 路面의 물의 깊이 : -

多少의 水膜은 Pattern 의 “드레인” 效果 “와이핑” 效果로서 除去되지만 물의 깊이가 2.5~10 mm 程度에 達하면 그 效果가 거의 없어져서 路面의 狀況에 따라서는 Hydroplaning 現象이 發生하기 始作한다.

(나) 路面의 거칠기 : -

路面의 거칠름이 Cement 와 같은 경우는 타이어가 접지 했을 경우, 그 壓力에 依하여 물은 路面의 凹部를 通하여 排除되며 이것은 마치 타이어의 Pattern 의 Skid(溝)와 같은 作用을 하게 된다. 따라서 平滑한 路面보다도 아주 작은 凹凸이 많은 路面 또는 特別히 刻을 넣은 路面은 Hydroplaning 防止面에서도 有效하다(第6圖 參照).

(다) 타이어의 마耗

Hydroplaning 現象이 發生하는 路面의 水深은 타이어 마耗狀態에 依해서도 크게 左右된다. 新品 타이어로서 또 Tread 의 Skid(溝)가 깊고 넓을 때는 比較的 깊은 물속을 走行해도 Hydroplaning 現象은 일어나기

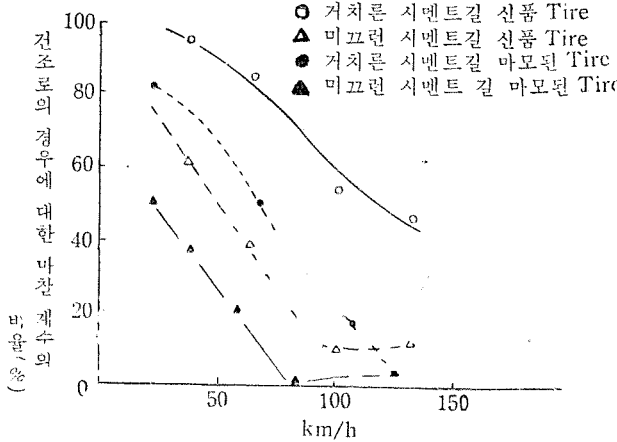


그림 6 타이어 마모 상태와 마찰계수(水深 : cm)

힘들지만 마모된 타이어에서는 Hydroplaning 現象이 쉽게 일어난다. 以上을 要約하면 Hydroplaning 現象을 防止하기 위해서는 다음 事項에 注意해야 되겠다.

첫째, 물이 고인 路面에서는 車의 速度를 必히 減縮

<國際뉴스>

● 이란(수입희망)—타이어 및 튜브 외

상사명 : Head Commercial Group
National Iron Oil Company
Ave Takht Jamshid' Teheran

수입희망 품목 : 타이어 및 튜브, 와이어 로프,
자동차용 Belt 및 공업용 Belt
자동차부속품 (Ball Bearing, Leaf Spring Auto Chains)

참고 :

① NIOC는 이란 국영석유공사로서 동 회사 내에 구매

(以下 56페이지에서 계속)

것 (특히 平滑한 道路上에서)

둘째, 비오는 날 高速道路를 走行할 때는 특히 胎의 空氣壓에 注意하여 30% 높여줄 것.

셋째, 마모된 胎이어서는 高速走行을 絕對 避할 것.

4. 結 論

雨期에 딸아다니는 胎의 Slip 는 車가 高速일수록 큰 事故를 야起할 可能性이 많다. 製造會社에서는 온갖 知能, 技術, 設備를 總動員하여 胎의 耐 slip 性 向上에 全力해 왔다. 그러나 道路에 빗물이 存在하는 以上 乾燥한 路面과 전혀 같은 摩擦係數를 期待하기는 困難하므로, 거기에 胎의 改良만으로는 도저히 解決되지 않는 問題가 存在할 것이다. 거기에 路面 技術의 關係者는 排水의 良好한 道路 또는 미끄러지지 않는 道路의 研究開發을 進行시켜야 하고 運轉士側에서는 그대로 運轉面에 細心한 注意를 하여 雨期에 있어서의 Slip 事故를 最少한 抑制해야 되겠다. (끝)

(註 : 本文은 B.S Digest 誌에서 譯載한 것임)

부를 갖고 연 \$ 5백만 상당의 소비재를 구입하고 있는데 동 공사는 최종 실수요자로서 직접 공급선과 거래를 희망하고 있음.

② NIOC 측에서는 동 회사의 Card에 기록된 모든 공급선에 Inquiry를 보낸후 접수된 Quotation을 심사한 후 제일 저렴한 상사에 Order 한다고 하니 한국 업체는 Offer시 회사연혁, 자연상태, 은행신용상태 공급능력 기타 PR 자료를 송부할 것.

③ 가격은 반드시 C&F Abadan으로 Offer할 것이며 상품 결함에 대한 보상 보증은 한국 상공회의소에서 하고 주 이란 한국대사관에서 증명해야 함.

문의처 : KOTRA 사업부 2과 (22-6218, 28-6983)

6. 美剩餘 財産古 타이어處理	3.	商工部の 在韓 美 英여제산目錄 接수(6回)
7. 會 議	1. 13	71年度 本會定期總會開催
	1. 19	商工部の 第2回 綜合政策會議(委員會) 開催 公函 接受
	2. 15	本會 및 會員 各社 技術課長 會議開催
	3. 21과 3. 25	商工部 標準局에서 K.S. 規格審議에 對한 會議開催
	3.	本會當面 業務보고 및 討議에 對한 理事會開催(3回)
8. 發 刊	1. 25	會誌타이어고무 1月號 發刊
	3. 30	" 3月號 發刊
	5. 30	" 5月號 發刊