

二輪車からみた道路線形の改善

名城大学理工学部 学正員○畔柳 耕一
同 正会員 高橋 政穂
同 正会員 栗本 謙

1. はじめに

二輪車の運転（操縦）は、四輪車と異なり不安定であるために二輪運転者の的確な判断と操縦技能を要することが知られている。¹⁾ また、二輪車と四輪車では、運動性能が異なる。特に、コーナリング時における走行挙動は、力学的にも異なっている。本研究は、二輪車と四輪車の運動性能が大きく異なると考えられる曲線部において、二輪車の走行挙動を測定しキャンバ角を求め、その結果をもとに、現道路構造令による道路線形が二輪運転者に与える影響について報告する。

2. 二輪車に対応する曲線半径と走行速度の関係²⁾

二輪車の曲線部における走行能力を考えると、曲線半径と走行速度の関係を知っておく必要がある。ここで曲線部での二輪車の基本的な走行方法は3種類あるが¹⁾⁻⁶⁾ (図-1)、この中で最も二輪運転者に基本的なリーンウィズ状態をとり挙げることとする。

図-2から、二輪車が滑動しないための条件を考えると、(1)式のようになる。 $F \cdot \cos \alpha - W \cdot \sin \alpha \leq CF + CT \cdots \cdots (1)$

次に、 $F = W \cdot v^2 / g \cdot R \cdots \cdots (2)$ 、 $CF = K_{CF} \cdot \gamma \cdot (F \cdot \sin \alpha + W \cdot \cos \alpha) \cdots \cdots (3)$ 、

$CT = K_{CT} \cdot \beta \cdot (F \cdot \sin \alpha + W \cdot \cos \alpha) \cdots \cdots (4)$ で表されるから、これを(1)式に代入し整理すると(5)式で表される。

$$v^2 / (g \cdot R) - \tan \alpha \leq (K_{CF} \cdot \gamma + K_{CT} \cdot \beta) \cdot (v^2 / (g \cdot R) \cdot \tan \alpha + 1) \cdots \cdots (5)$$

ここで、片勾配 $\tan \alpha = i$ (%) とおき、横滑りによるコーナリングフォースは無視できるので¹⁾ (5)式は、(6)式のように表される。

$$v^2 / (g \cdot R) \leq (K_{CT} \cdot \beta + i) / (1 - K_{CT} \cdot \beta \cdot i) \cdots \cdots (6)$$

また、 $K_{CT} \cdot \beta \cdot i$ は1に対して極めて小さいので省略でき、(6)式をRについて整理すると(7)式が得られる。

$$R = v^2 / 127 (0.0174 \cdot K_{CT} \cdot \beta' + i) \cdots \cdots (7)$$

ここに、

F : 遠心力(Kg) CF : コーナリングフォース(Kg)
W : 総重量(Kg) CT : キャンバスラスト(Kg)
 α : 片勾配(rad) K_{CF} : コーナリングフォース係数(Kg/rad)
 β : キャンバ角(rad) K_{CT} : キャンバスラスト係数(Kg/rad)
 γ : 横滑り角(rad) β' : キャンバ角(deg)
v : 走行速度(m/sec) R : 曲線半径(m)
V : 設計速度(Km/sec) g : 重力加速度(m/sec²)

3. 実測目的とキャンバ角の測定

二輪車が、四輪車との最大の相違点は、曲線部での走行挙動時にキャンバ角（車体傾斜）が生じることである。キャンバ角は、走行速度・曲

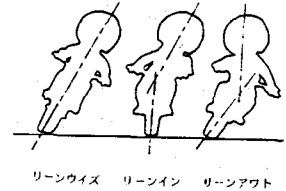


図-1 走行方法

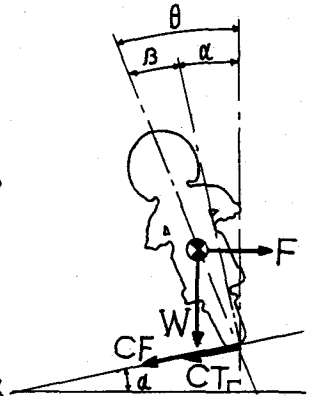
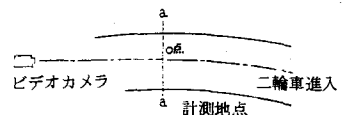


図-2 二輪車の力学



天候 晴れ
路面 乾燥
縦断勾配 0 %
走行方法 リンウィズ
交通量（試走中） 無
試走回数 5回/地点
走行速度
30・40・50・60・70Km/h
曲線半径（片勾配）
30m(6%), 50m(4%), 70m(9%)
排気量 250cc
総重量 200Kg

図-3 実測条件

線半径・片勾配によって異なってくるので、これらの関係を求めるために二輪車の試走実験を行った。曲線内の〇点を通過する二輪車を正面から撮影できるようにビデオカメラを設置した（図-3、実測中の状態・条件については、図中にて説明）。実測終了後、キャンバ角は、キャンバ角測定プログラムでモニター画面にスーパーインポーズし、ビデオを再生しながら測定した。

4. 測定結果と考察

測定したキャンバ角と速度との関係を図-4に示す。キャンバ角は、キャンバスラストに比例すると考えられ、また、垂直荷重ともほぼ比例的に増加することが知られている。¹⁾ キャンバスラスト係数は、単位キャンバ角あたりのキャンバスラストを重量で割ったものである。実測で使用した試走車の総重量（二輪車+運転者）を約200Kgとして、 K_{CT} を求めると、約0.8となる¹⁾。実測値と比較してみると、いずれの曲線半径でも、ある速度まで $K_{CT}=0.8$ の曲線に沿っているが、この速度を越えるにしたがって理論曲線から離れていくことがわかる。これは、リーンウィズ状態で旋回を行っていた二輪運転者が、速度の増加に伴ってリーンウィズ状態では走行不可能（危険）と考へて、リーンウィズ状態からリーンイン状態へ移行（危険回避）していると考えられる。今回は、測定速度間隔が広いためにリーンウィズ状態からリーンイン状態に移行が開始される速度について求められなかった。しかし、この結果では、 $R=70m$ では50Km/h、 $R=50, 30m$ では40Km/h付近であることが予想される。

以上の結果、二輪車が移行速度以上で曲線部に進入した場合、運転者がリーンイン状態をとらなければその曲線部を安全に走行できず、運転者の運転（操縦）技術によって事故の可能性が高くなると思われる。

5. あとがき

今回の研究は、二輪車に対応する道路の改善提案までには至らなかったが、本研究の一課題である二輪車の運動挙動について考察した。結果から、二輪車の曲線半径と走行速度との理論式がリーンイン状態への移行速度を求める際に使用できることが証明できた。今後、数多くの曲線半径・片勾配・速度での試走とデータ数を増すと共に二輪車の走行軌跡などを含めてより安全な二輪車の道路環境を考えていくことが必要であろう。

【参考文献】

- 1) 樋口健治:自動車工学,山海堂,1988,pp.155~182.
- 2) 山崎博通:二輪車の挙動と道路環境の改良に関する研究,名城大学大学院修士学位論文,1990,pp.22~32
- 3) 影山克三,影山一郎:自動車力学,理工図書,1984,pp.37~48.
- 4) 近藤政市:二輪車の力学,自転車産業振興協会技術研究所,1975,pp.63~72.
- 5) 新編自動車工学ハンドブック:社団法人自動車技術会編,図書出版社,1960,pp.17-46.
- 6) 安部正人:車両の運動と制御,共立出版,1979,pp.19~28.

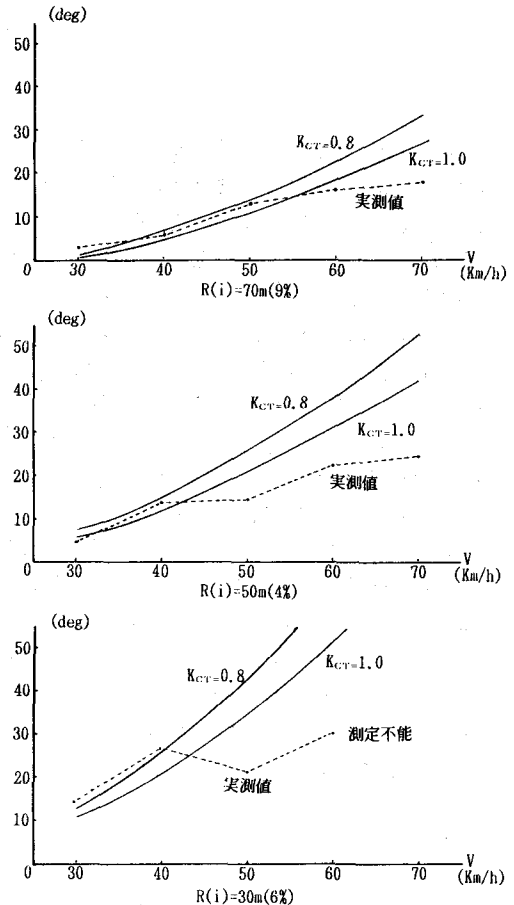


図-4 実測値・理論値の走行速度-キャンバ角の関係