

道路幾何構造による速度限界と実勢速度*

首都大学東京 学生会員 ○洪 性俊**

首都大学東京 正会員 大口 敬***

1. 研究の背景及び目的

交通事故には様々な原因があるが、車線離脱による単独事故の多発地点には道路幾何構造上の原因が考えられ、物理的な速度限界を超えた場合にスリップが生じると考えられる。従って、このような事故を防ぐためには道路設計の段階で速度限界と実際にドライバが走行する速度（実勢速度）を道路幾何構造により説明する必要がある。

本研究では道路幾何構造による速度限界の指標と実勢速度に関する考察を行う。

2. 研究の考え方

道路幾何構造に関する設計基準には安全率が含まれており¹⁾、実際の設計ではそれより余裕を持って適用されるため、設計速度以上で走行できる場合が大部分である。これをその道路区間が持つ道路幾何構造による速度限界の指標として表現することが可能である。

一方、運転者は道路幾何構造に応じて快適と感じる速度選択を行うと考えられるが、間違った判断により適切ではない速度選択が生じて物理的な限界速度を超えることもあり得る。

従って、速度限界と実勢速度を比較すれば道路幾何構造の安全性を評価できると考えられる。

3. 研究手法

(1) 速度限界

本研究における速度限界とは車両がスリップせず走行できる速度である。従って、速度限界は平面線形により次式で求まる。

$$R = \frac{v^2}{g(i+f)} \dots\dots\dots \text{式(1)}$$

ここに、 R = 最小平面曲線半径 (m)

v = 速度 (m/s)

g = 重力加速度 (m/s²)

*キーワード 幾何構造, 逆算速度, 実勢速度

**修 (工), 首都大学東京大学院工学研究科博士後期課程
〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1

***博 (工), 首都大学東京都市環境学部

f = 路面とタイヤ間の横すべり摩擦係数

i = 片勾配 (%/100)

この式を式(2)のように速度に関して書き換えると、実設計において曲線半径が与えられた場合の限界速度が求められる。

$$v = \sqrt{gR(i+f)} \dots\dots\dots \text{式(2)}$$

本研究では、この速度を既設計の曲線半径から求める逆算速度と呼ぶ。この逆算速度を用いて道路幾何構造による速度限界を表す指標として考察する。

(2) 実勢速度

本研究では、実勢速度とは自由走行時の速度とする。本研究ではその観測値として日本道路公団 (JH) から入手した高速道路の車両感知器データを用いる。このデータは車種・車線別に交通量と平均速度が5分単位で集計されたものである。分析対象は東名、東北、中央、中国自動車道とし、1998年～2001年に集計されたデータの中で「小型車1台/5分/車線」の条件をみたま観測値を実勢速度のサンプルとする。更に、日本気象協会から入手した AMEDAS (過去の全国の各気候観測所による1時間集計降雨量) データを用い、路面状態 (乾燥・湿潤) を考慮して実勢速度を分析する。

4. 逆算速度

式(2)に示すように、逆算速度は、曲線半径、横すべり摩擦係数、片勾配により定まる。片勾配は曲線半径と相関が高い。しかし、横すべり摩擦係数は路面状態だけではなく複雑な要因の影響がある²⁾ので、正確に逆算速度を計算することは難しい。本研究では乾燥・湿潤状態の代表値として0.8と0.4を、あるいは道路構造令¹⁾の適用値を利用して逆算速度を求める。式(3)は道路構造令の適用値を用いた場合の逆算速度を算定したものである。

$$V_l = -0.03175R + \sqrt{0.001R^2 + 127(i+0.16)} \dots \text{式(3)}$$

ここに、 V_l = 逆算速度 (km/h)

式(3)には横すべり摩擦係数の安全率と曲線区間走

行時の運転者の快適性が考慮されており、横すべり摩擦係数の値は速度 60~120km/h の範囲のものを用いているので、その範囲で有効である。

図 1 はある区間を対象に、以上の三つのケースにおける逆算速度を計算した例である。

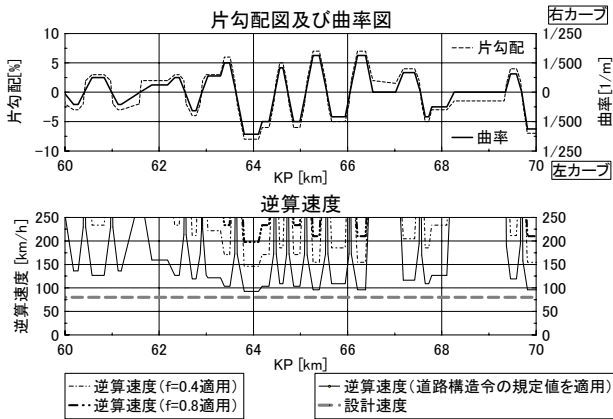


図 1. 現有道路への逆算速度の適用例（東名下り 60~70KP）

5. 実勢速度

分析対象区間の本線部には 851 箇所の車両感知器がある。その中でトンネルや本線料金所などの区間のデータを除外し、更に雨量データが不明な時間帯の実勢速度データを削除した結果、761 箇所において総計約 320 万サンプルの実勢速度データが得られた。表 1 は 761 箇所の車両感知器を線形別に集計したものであり、表 2 は片側車線数・昼間（8 時~16 時）及び夜間（20 時~4 時）・降雨時（雨量が 0mm/h 以上）及び非降雨時（雨量が 0mm/h）別に集計したもので、実勢速度の標本が 30 以上と 30 未満である車両感知器の数を集計したものである。

表 1. 車両感知器の線形別集計

縦断線形	平面線形	直線	左カーブ		右カーブ		合計
			円曲線	クロソイド	円曲線	クロソイド	
直線	下り坂	8	31	25	22	33	119
	平地	0	0	1	0	1	2
	上り坂	10	22	29	24	29	114
曲線	クレスト	17	63	65	59	54	258
	サグ	6	76	54	74	58	268
合計		41	192	174	179	175	761

表 2. 標本数による車線別・状況別の車両感知器の集計

	片側2車線(553箇所)				片側3車線(208箇所)			
	昼間		夜間		昼間		夜間	
	非降雨時	降雨時	非降雨時	降雨時	非降雨時	降雨時	非降雨時	降雨時
第1走行車線	535	545	443	522	208	208	201	208
	18	8	110	31	0	0	7	0
第2走行車線	N/A	N/A	N/A	N/A	208	208	199	205
	N/A	N/A	N/A	N/A	0	0	9	3
追越車線	350	475	25	214	122	174	6	24
	203	78	528	339	86	34	202	184

* 上段:標本数30未満の車両感知器、下段:標本数30以上の車両感知器

6. ケーススタディ

図 2 は、別の区間を対象に逆算速度を示すと共に、分析から得られた実勢速度の分布を箱ひげ図で示したものである。横すべり摩擦係数の代表値として 0.8 と 0.4 を適用した逆算速度は各々路面乾燥と湿潤状態における限界速度を意味するが、どの場合にも実勢速度が逆算速度を超えることはない。しかし、地点によっては式(3)を適用した逆算速度を超える場所が存在する。こうした場所が相対的に事故の危険性が高いのではないかと考えられる。

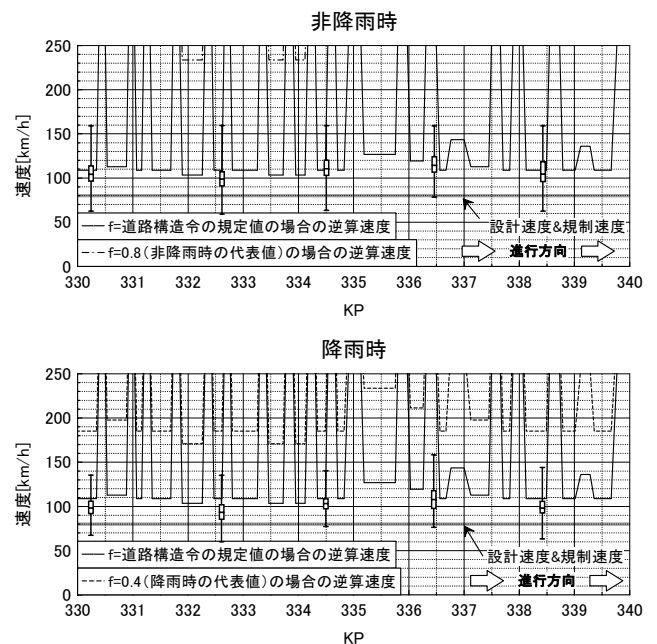


図 2. 逆算速度と実勢速度の分布（中央下り 330KP~340KP）

7. まとめ

本研究では、道路幾何構造を速度限界として評価する方法として逆算速度を提案した。また、車両感知器データによる「小型車 1 台/5 分/車線」の条件における大量の実勢速度を収集し、AMEDAS データによる気象条件別に比較した。今後は、空間的に連続的に実勢速度を推測することが設計のために必要と考えられる。

最後に、データを提供して頂いた日本道路公団と日本気象協会に深く感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用，2004.
- 2) 市原薫・小野田光之、「路面のすべりとその対策 - 道路・滑走路・床面・雪氷面 -」、技術書院、1997