

交通施設と道路前方景観が運転者のカーブ緩急判定に与える影響

Effects of Traffic Control Devices and Road Scenes on a Driver's Judgment of Curve Sharpness

萩原亨**・鈴木健太***・加賀屋誠一****・近江隆洋*****・浅野基樹*****

By Toru HAGIWARA**・Kenta SUZUKI***・Seiichi KAGAYA****・Takahiro OHMI*****・Motoki ASANO*****

1. はじめに

表-1 被験者の属性

カーブ区間における事故減少策を考えると、運転者のカーブにおける情報獲得プロセスの解明が施設整備効果を高める鍵となる。萩原ら1)は、カーブ手前からカーブ区間内における運転者の情報収集挙動についてアイカメラを用いて調査した。カーブ進入前の区間においてカーブの曲折方向あるいは大きさを読み取る挙動が多くなることを示した。鈴木ら2)は、カーブの曲折方向認知に関する調査を行った。カーブの曲折方向認知特性を求めるカーブ発見遅れ指数を提案し、運転者は道路前方の景観とカーブ区間の交通施設の組合せてカーブ曲折を認知していることを明らかにした。本研究では、運転者のカーブにおける情報獲得プロセスの研究としてカーブの大きさ認知の解明を試みる。カーブの大きさが、現状の施設によってどのように運転者に伝わっているのか、運転者の主観的な指標から検討した。

年齢	視力 (右)	視力 (左)	矯正	運転暦 (年)	年間走行 距離(km)
22	1.0	1.0	有	3	10,000
23	1.2	1.2	有	3	6,000
21	0.8	0.8	有	1	5,000
22	1.2	1.2	有	2	10,000
23	1.0	1.0	有	3	30,000
23	2.0	2.0	有	4	30,000

は、393-1 区間と較べて少ない。一方、カーブ認知ミスと思われる事故を抽出した。調査区間において昼間 4 件・夜間 9 件発生していた(平成 5~10 年)。路外逸脱が 6 件、次いで正面衝突が 4 件となっていた。ハンドル操作不適が最も多く 6 件、次いでブレーキ操作不適が 3 件、最高速度違反が 2 件、安全速度が 2 件となっていた。

(2) 被験者

6 名の男子学生が実験に参加した。表 1 に年齢、視力、矯正、運転暦、年間走行距離を示す。

2. 手法

(1) 調査対象区間とカーブ事故

調査対象区間は国道 393 号線の小樽市から赤井川村に至る路線とした。393-1 区間 (2-12kp) は縦断勾配、曲線半径ともに非常にきつく、急カーブの連続する線形となっている。カーブの緩急を示す交通施設が多く設置されている。393-2 区間 (17-22kp) は 393-1 区間と同様に勾配は急であるが、曲線半径は 393-1 区間より緩い。カーブ緩急を示す交通施設

(3) 交通施設と前方景観による緩急認知

カーブの緩急を判定する交通施設として、シェvron・減速マーキング・曲線半径標示・カーブ照明を緩急認知材料として取り上げた。また、数人の実験者が、前方景観によるカーブ緩急伝達性能を主観的に決めた。線形予測状況と呼び、「よい・ふつう・わるい」の 3 つの段階に分けた。図 1(A) のように道路の延長先をかなり先まで見通すことが可能なカーブを「よい」と定義した。道路及び背景から、道路の延長先をある程度見通すことのできる図 1(B) のようなカーブを「ふつう」とした。「わるい」は、カーブの入口は判るが、その先をほぼ見通せない状況を意味している(図 1(C))。

*キーワード: 交通安全、交通情報、交通施設整備

正員, **フェロー, 北海道大学大学院工学研究科

(札幌市北区北 13 条西 8 丁目、TEL/FAX 011-706-6214)

*** (株)富士総合研究所

(東京都千代田区神田錦町 2-3、TEL 03-5281-7500)

*****正員、独立行政法人 北海道開発土木研究所

(札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目、TEL 841-1738)



図-1 線形予測状況の評価例

(4) 実験車輛

実験は、4 ドアセダンの AT 車を用いて行った。実験車は後部座席を取り外し、そこにカウンターディスプレイ・コンピュータ・ビデオカメラを搭載した。カウンターディスプレイは、タイヤの回転数をピックアップしているセンサと接続され、走行距離を示している。ビデオカメラは、カウンターディスプレイと被験者の音声及び運転映像を記録した。

(5) カーブの緩急判定方法と各々の基準

カーブ緩急の事前評価と事後評価の判定基準を予め定義した。事前評価の「きつい」は相当な減速が必要と判断した場合、「ふつう」は若干の減速（エンジンブレーキ）を必要と判断した場合、「ゆるい」は減速する必要がないと判断した場合とした。一方、事後評価は、事前評価に対して「きつい」・「おなじ」・「ゆるい」とした。例えば、対象カーブを事前評価で「きつい」とし、事後に事前評価と同様に急と感じた場合、「おなじ」となる。事前評価よりも急と感じたとき「きつい」であり、緩いと感じたとき「ゆるい」となる。

(6) 実験手順

各々の被験者は、昼間と夜間の 2 回、同じ区間を走行した。雨天及び路面が濡れているときは避けた。安全を最優先とし、直線区間において約 60km/h 前後で走行するよう指示した。実験が全て終了した後に、判定などについてアンケート調査を行い、説明を理解していたかどうかについて知るための資料とした。

3. 調査結果

(1) 事前評価、事後評価、走行速度

各々のカーブにおいて 6 人の被験者が事前評価、事後評価を行った。事前評価の「きつい」・「普通」・「ゆるい」に 3 点、2 点、1 点を付与した。また、事後評価の「きつい」・「おなじ」・「ゆるい」にも 3 点、2 点、1 点を付与した。事前評価スコアが高いと被験者が急なカーブと評価しており、小さいと緩いカーブと評価していたことを意味する。事後評価スコアが高いと、事前評価よりもカーブが急であったことになる。事後評価が 2 点前後であるとき、事前評価通りとなっていたことになる。2 点より小さいとき、事前評価より緩いカーブであったことになる。

a) 393-1 区間

上り区間の平均事前評価は昼夜とも 2.3 となった。下り区間は昼夜とも 2.4 であった。下り区間の事前評価の方が、厳しくなった。一方、事後評価は、上り区間において昼夜ともに 2.1 となった。下り区間は、昼間が 2.3、夜間が 2.1 であった。下り区間の事前評価が高いことにもかかわらず事後評価も 2.0 を越えた値となった。カーブ進入前とカーブ区間走行中の速度差は、全ての場合で 5km/h から 6km/h であった。カーブ進入前速度は、上り下りとも昼間 55km/h、夜間 52km/h であった。

b) 393-2 区間

下り区間の平均事前評価は昼夜とも 2.0 弱となった。上り区間は昼夜とも 2.0 強であった。上り区間の事前評価の方が、若干であるが厳しくなった。一方、事後評価は、全ての場合において 2.0 前後であった。393-1 区間と較べると、事前評価は「ふつう」

(A) $2\text{kp} \rightarrow 12\text{kp}$ (上り)

(B) $12\text{kp} \rightarrow 2\text{kp}$ (下り)

表-3 グループ別のカーブ線形、交通施設、事前事後評価及び速度差（393-2区間）

(A) 17kp→22kp (下り)

(B) 22kp→17kp (上り)

カーブ		線形			交通施設					昼間			夜間		
カーブ 番号	カーブ 数	半径 (m)	曲線長 (m)	加減 曲線 (%)	シフト ロン (%) ¹	減速マ シ ン (%) ¹	カーブ 照明 (%) ¹	曲線半 径標示 (%) ¹	線形子 測状況 (点) ²	事前 評価 (点)	事後 評価 (点)	速度 差 km/h	事前 評価 (点)	事後 評価 (点)	速度 差 km/h
U2E	5	270	159	60	0	0	0	0	2.2	1.7	1.8	0.1	1.6	1.8	-0.2
U2F	2	210	98	50	0	0	0	0	2	1.8	1.9	2.0	2.3	1.4	1.8
U2G	1	50	123	100	0	0	0	100	1	1.8	2.6	10.6	1.8	2.7	9.8
U2H	4	61	173	100	75	0	50	75	2.3	2.5	2.2	4.7	2.6	2.0	5.3

(2) クラスタ分析とその結果

(3) カーブグループの集約

主観的な緩急評価を基礎に分類された 17 グループを 6 つの大グループに集約した。本節では、6 つの大グループにおけるカーブ形状の特徴をまとめる。また、各々の大グループで過去に発生した事故について主観的な緩急評価と客観的なカーブ線形を交えて議論する。

a) U1A、D1Bに属するカーブ

評価が昼夜とも約 2.5 と高くなった。カーブ 25 は、事前評価が 3.0、事後評価は昼 2.3、夜 2.0 であった。両者とも交通施設は、ほぼ全て設置されていた。事故原因として、カーブ 3 についてはカーブ進入前の予測ミスが挙げられる。カーブ 25 では、カーブ線形が急であることを承知しつつ、オーバー速度となっていたと言える。よって、カーブ半径が小さいことを示すと同時にカーブの長さを示し、どの程度の減速が必要であるかを運転者に伝える手段が必要と言える。

b) U1B・D1A・D2I・U2H に属するカーブ

線形は a) で示したカーブとほぼ同等であった。a) との違いは、事後評価が事前評価とほぼ同じとなったことである。交通施設はほぼ完備しており、クロソイド曲線が設置されているカーブが多い。事故は記録されていない。

c) D1C・U2G に属するカーブ

a)b) よりもカーブ線形が緩いカーブである。事前評価が「ふつう」に対し、事後評価が「きつい」となっていた。速度差は調査対象としたカーブにおいて最も大きい値となった。交通施設は少なく、線形予測状況は低かった。事故記録はないが、運転者の判断ミスを引き起こす可能性があり、潜在危険性が高いカーブと言えた。今後、カーブの緩急を示す効果的な交通施設の整備が必要と考えられる。

d) D2H に属するカーブ

線形は、c) のカーブと似通ったレベルである。事前評価、事後評価とも「きつい」となった。クロソイド曲線、交通施設は整備済である。線形予測状況は、やや「わるい」であった。c) と同様に事後評価が「きつい」となるカーブ群であり、c) との違いは交通施設が整備されている点である。事故は発生していないが、c) と同様にカーブの緩急を効果的に伝える交通施設が必要である。

e) U1D・D1D・D2E・D2F・U2E・U2F に属するカーブ

調査対象としたカーブにおいて急とは言えないレベルの線形であった。事前評価は「緩い」であり、事後評価も「同じ」となっていた。交通施設はほとんどなく、線形予測状況は「ふつう」から「よい」であった。調査対象区間の中では、道路前方を見ているとカーブ全体を見ることができ、運転者がカーブの緩急を的確に読み取ることができるカーブと思

われる。カーブ 15 (Kp10.990、上り) とカーブ 16 (Kp20.8km 付近、上り) にて事故が起きていた。両者とも夜間の事故であった。線形予測状況が「よい」が多い群の中で「わるい」となった点に共通の特徴がある。カーブ 15 は通過後の事後評価が事前評価より「きつい」となっていた。カーブの緩急を示す施設が必要と言えよう。カーブ 16 については事前と事後に差はなかった。前方景観による情報が不足しており、カーブの緩急を示す施設が必要かもしれない。事故があったカーブ以外にも事後評価が「きつい」となったカーブがあり、要注意と言える。

f) U1C・D2G に属するカーブ

e) と同様に、緩い線形のカーブ群である。e) との違いは、グループとして線形予測状況が低い点である。U1C は、事前評価が若干高いが、事後評価が「ゆるい」となった。D2G は、事前事後とも「ゆるい」となった。両者の共通点は、進入前より通過後に緩いと感じる点である。カーブ 10 (Kp20.8、下り) で事故が 1 件あった。e) の事故と同様に線形状況が「わるい」カーブであった。前方景観の主観的な判定に依存しており、客観的なカーブ緩急情報が必要と言える。

4. まとめと今後の課題

本研究では、運転者による主観的な緩急判定によりカーブを分類し、各々の分類における交通施設と線形の特徴をまとめた。大きく 6 つの種類に分類することができ、線形及び交通施設が運転者の緩急判定に与える影響を細かく分析できた。定量的なモデル化には至っていないが、現状の交通施設がカーブの緩急情報の提供に有効となっていないことを指摘できたと言えよう。今後、カーブの緩急を伝える具体的な対策を提案し、主観の評価を用いてその効果を検証していきたい。

参考文献

- 1) 萩原ほか：「カーブ区間走行時の運転者の注視点分布に関する研究」(社)自動車技術会・学術講演会前刷集, No.106-98, pp.21-24, 1998.
- 2) 鈴木ほか：「道路環境ファクターを考慮したカーブ発見時の認知特性に関する研究」土木計画学研究・論文集、Vol.17, pp.1001-1011, 2000.