

サグ区間における運転者の速度制御特性と速度履歴特性

武蔵工業大学 学生会員 山本修司 古市朋輝 正会員 岩崎征人

1. はじめに

高速道路のサグ部における車両のある種の速度低下は自然渋滞を発生させる原因の一つとされている。しかし、この渋滞に対する明確な対策や規定はなされていないのが現状である。これまでに渋滞を発生させる構造上の要因の存在や車群追従車の渋滞時の走行挙動などサグに関する研究はかなり詳しくなされてきている。しかし、この渋滞発生の原因については未だ解明されていない部分が多く、その一つに運転者の影響が挙げられる。本研究はサグ渋滞の最も大きな原因をサグにおける運転者の意図しない速度低下と仮定して、走行実験からサグ部で起こっている速度低下および区間における速度履歴の実態を把握しようとするものである。

2. 使用データ

本研究では97年から99年の走行実験で得られたデータを使用した。走行実験は中央高速道路の八王子IC～大月IC間の約45kmを利用して実施され、単独走行で運転者の自由走行データのみを有効データとして扱った。

研究に用いる計測項目は以下の項目である。

速度 アクセル開度

3. データの集計

走行実験で得られた有効データの中から、サグ区間上下線20箇所を3kmの区間で切り出した。

図-1に得られた測定結果の一例を示す。

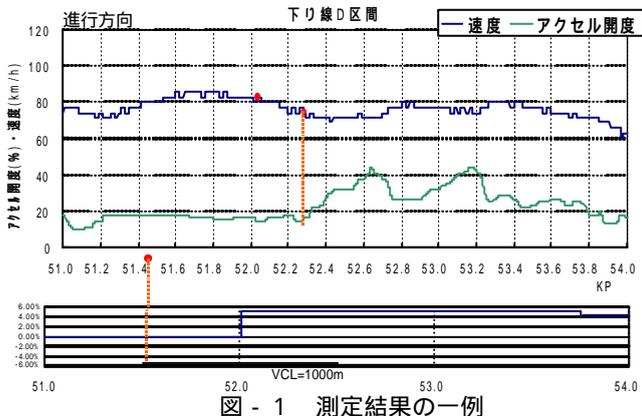


図-1 測定結果の一例

有効データから読み取った項目は以下のとおりである。VCL (Length of Vertical Curve) とは、縦断曲線長のことであり、サグ区間に設けられた緩和曲線の長さのことである。

減速始点：時刻 (t_1)、速度 (v_1)

アクセル踏み込み点：時刻 (t_2)、 kp (kp_2)、速度 (v_2)

VCL 始点： kp (kp_3)

読み取り項目から以下の項目を算出し、この情報を用いて解析を行った。

・速度制御反応遅れ (km) $L = |kp_2 - kp_3|$

・減速度 (m/sec^2) $a = (v_1 - v_2) / (t_2 - t_1)$

アクセルを踏込んだ位置と、VCLの始点との距離を、運転者の速度制御反応遅れと定義する。

これらの項目を解析に用いる際、各年度の実験結果を同一に扱ってよいかを確認するため、平均値の差の検定 (t検定) をかけ平均値に差がないことを確認し、重ね合わせた。

また、サグ区間の速度については年度別にサグ底部での速度平均値を算出し、その値で速度を除することで各年度で得られた速度の基準化を行った。

4. サグ上り勾配部における速度特性

解析対象区間には上下線合計20箇所の、下り勾配と上り勾配とで構成されたサグが存在する。これを日本道路公団から入手した渋滞情報を参考に渋滞するサグとしないサグに分類し、以下の解析に用いた。(表-1)

表-1 解析対象のサグリスト

	kp	代表勾配 (%)	前勾配 (%)	後勾配 (%)	上り勾配長 (m)	下り勾配長 (m)	VCL (m)	VCR (m)	カーブ個数	平面線形半径	サグ底部		渋滞箇所	
											視距	平面線形方向		
下	A	65.47	3.80	2.50	1.30	2900	3300	480	12600	2	1200	240	左	
	B	61.88	6.90	3.70	3.20	2800	1000	800	11600	2	1000	220	右	
	C	58.74	4.64	1.64	3.00	1400	700	640	12800	2	1000	180	右	
	D	52.01	5.30	0.30	5.00	2600	5000	1000	18900	1	3500	460	左	
	E	48.73	3.30	2.10	1.20	400	500	280	8500	2	600	180	右	
	F	46.82	0.97	0.42	0.55	2200	1700	320	33000	2	580	140	左	
	G	43.38	8.00	4.50	3.50	4600	1200	800	10000	2	1000	140	右	
	H	35.50	3.23	1.43	1.80	600	3100	440	12500	2	400	120	右	
	I	30.23	1.28	0.28	1.00	1000	4900	1000	78000	2	1800	240	右	
	J	28.42	1.45	0.65	0.80	1000	1000	1000	64500	2	1800	340	左	
上	A	65.47	3.80	1.30	2.50	3800	2400	800	12600	2	1200	320	右	
	B	61.88	6.90	3.20	3.70	1000	3000	800	11600	1	1000	300	左	
	C	58.74	4.64	3.00	1.64	600	1400	640	12800	1	1000	140	左	
	D	52.01	5.30	5.00	0.30	5200	2700	1000	18900	2	3500	360	右	
	E	48.73	3.30	1.20	2.10	500	400	280	8500	2	600	120	左	
	F	46.82	0.97	0.55	0.42	900	2200	320	33000	4	580	160	右	
	G	43.38	8.00	3.50	4.50	1400	4500	800	10000	2	1000	160	左	
	H	35.50	3.23	1.80	1.43	3300	600	440	12500	4	400	160	左	
	I	30.23	1.28	1.00	0.28	4300	1000	1000	78000	2	1800	400	左	
	J	28.42	1.45	0.80	0.65	1300	1000	1000	64500	1	1800	200	右	

(1) 速度制御反応遅れと減速度の相関

図-2より渋滞が発生するサグでは負の相関がみられる。つまり、減速がゆっくりと進むときに運転者は車両の速度低下に気がつかず、速度制御を誤りやすくなるため遅れ距離は長くなり、逆に減速の度合いが大きいと運転者は急激な車両の速度低下に気づきやすく早い時点で速度回復をとるため、遅れ距離は短くなるといえる。

キーワード：運転者、速度制御、速度履歴、サグ区間、高速道路

連絡先：東京都世田谷区玉堤 1-28-1 電話：03-3703-3111 Fax：03-5707-1156

しかし、渋滞の発生しないサグでは減速度が少ない場合でも比較的早くアクセルを踏み込んでいる。これは他の外的要因が運転者に速度の回復を促しているのであろうと考えられる。

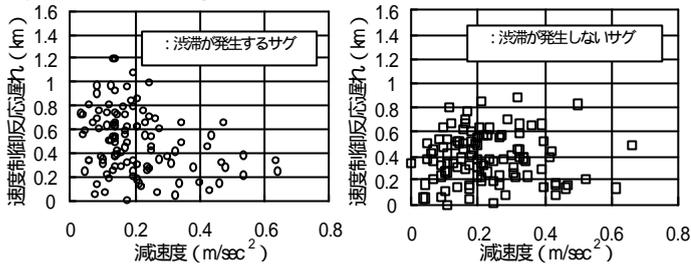


図 - 2 速度制御反応遅れと減速度の相関

(2) VCL と速度制御反応遅れの関係

VCL と速度制御反応遅れの関係を図 - 3 に示す。図では VCL が大きい場合、渋滞しないサグより渋滞するサグの方が速度制御行動に運転者によるばらつきが大きいことが見て取れる。

図 - 2 の結果と比較したところ、渋滞が発生するサグでは減速度が小さいときにアクセル操作が非常に遅れてしまう場合が存在した。このときの VCL の値はどれも実験区間内で最大の 1000m であった。

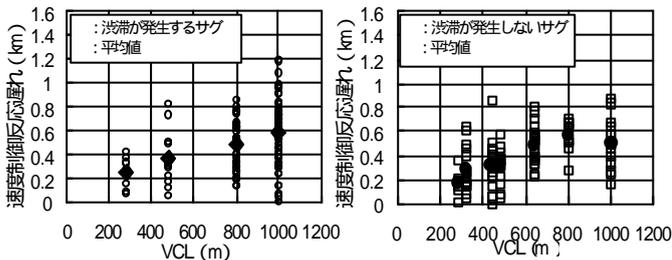


図 - 3 VCL と速度制御反応遅れの関係

減速度が小さく、緩やかに速度が下がる場合に運転者は速度制御に遅れを生じやすい。渋滞するサグでは VCL が長くなるにつれ速度制御に大きな差が生じることから、渋滞するサグにおいて緩和曲線の大きい場合には車両の緩やかな速度低下を引き起こし、運転者の速度制御に影響を与えることが実験の結果よりいえる。

5. サグ区間における速度履歴特性

道路構造が運転者の速度制御に影響を与えることが前節で確認できた。次に道路構造が似たサグ区間で渋滞するサグと渋滞しないサグでの運転者の速度履歴を調べた。

下り線のサグ B と G について、サグ区間走行時の速度履歴を図 - 4 に示した。これらは同一進行方向であり、どちらも代表勾配が十分に大きく比較的似た道路構造を持つサグである(表 - 1)。結果から、B と G は共に緩和曲線開始点の近辺より車両の減速が始まっており、次のクレストまでの間には安定した速度に収束している。し

かし、渋滞を発生させている下り B のサグ区間では速度のばらつきが大きく、なだらかな速度低下であるのに対し、渋滞発生のない下り G のサグ区間では速度のばらつきは小さく、はっきりとした速度低下を示している。

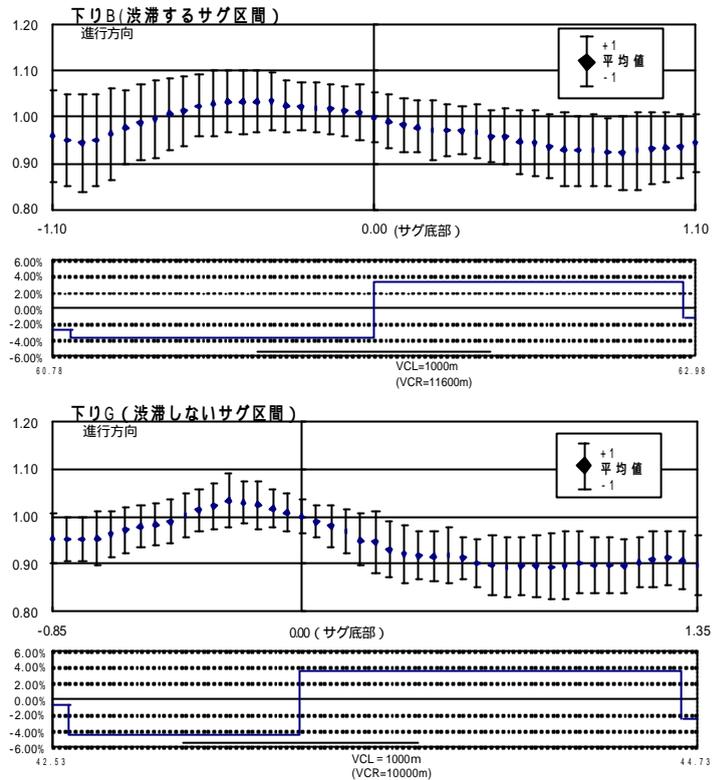


図 - 4 下り B、G 区間の速度変動

6. 渋滞発生箇所の転移に関する推論

道路構造(平面及び縦断線形)が近似しているサグ区間であっても渋滞する区間と渋滞しない区間が存在している。これらのサグにおいて速度履歴のパターンとばらつきの間には差異のあることが判明した。仮に渋滞発生時のサグ区間で解消のための対策を施し、渋滞の解消が見られたとする。この時、当該サグ区間の上流または下流区間に存在するサグのうちで、速度履歴及びばらつきがここで指摘したようなパターンを示すとすれば、このサグ区間はおそらく前に渋滞発生の原因となっていたサグと同様に、渋滞発生が出現すると推測できる。

その意味で、サグ区間における速度履歴のパターン把握は対象道路区間での渋滞対策をする際に、重要な情報を与えるといえる。

7. 謝辞

本研究を行うにあたって、千代田コンサルタント株式会社の小谷益男氏、児島正之氏には、多大な援助とご指導を頂きました。ここに誠意を表します。