

走行速度に応じた 車道部の必要幅員に関する研究

森田 大也¹・田中 良寛²・河野 友佑³・瀬戸下 伸介⁴

¹非会員 復建調査設計株式会社 道路・地域整備部 (〒732-0052 広島県広島市東区光町 2-10-11)
元国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)

E-mail:to-morita@fukken.co.jp

²正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)

³非会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)

⁴正会員 一般財団法人日本建設情報総合センター 建設情報研究所 (〒107-8416 東京都港区赤坂 7-10-20)
元国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)

近年、高速道路においては、既存の車線幅員や路肩幅員等の道路空間を活用して、新たに付加車線等を設置することにより、交通容量の拡大を図る「ピンポイント渋滞対策」が実施されており、渋滞緩和や交通事故軽減の効果を発揮している。道路構造の一般的技術的基準を定めた「道路構造令」においては、車線幅員等の横断面要素は、走行の円滑性、安全性及び快適性の観点から数値基準が定められている。この一般的技術的基準とは、通常の自然的・外部的条件に対応する技術基準であり、慢性的に渋滞が発生している箇所等の通常の条件とは異なる箇所においては、個別に検討していく必要がある。

そこで、本研究では走行速度と側方余裕幅の関係性について、走行実験よりその特性を把握するとともに、走行速度と側方余裕幅による算定モデルを構築することで、円滑性や安全性等を考慮した車道部の必要幅員の算定手法を提案するとともに、算定モデルを用いた車道部幅員構成を試案として示した。

Key Words: travel speed, roadway width, lateral clearance, cross section elements

1. はじめに

我が国は、急速に進む人口減少や巨大災害などに対応するため、「国土のグランドデザイン 2050 ～対流促進型国土の形成」を策定している。このグランドデザインでは、「コンパクト」+「ネットワーク」による国土構造を国土形成における基本的な考え方として示している。しかしながら、重要な役割を担う道路ネットワークには課題も多く、渋滞による社会的損失が生じているのが現状である。このような課題に対して、既存の道路空間を「賢く使う」ことにより、課題を解消できる可能性があると考えられる。近年、これらの取り組みの一環として、高速道路において、既存の車線幅員や路肩幅員等を利用した道路空間の再編を行うことで、新たに付加車線等を設置し、交通容量の拡大を図る「ピンポイント渋滞対策」が実施されている。例えば、2011年には、東名高速道路の音羽蒲郡 IC から豊田 JCT 間において、慢性的な渋滞緩和や交通事故軽減を目的に、新東名高速道路が部分開通（浜松いなさ JCT から豊田東 JCT）するまでの暫定運用として、片側 2 車線から片側 3 車線にて運用する取り組みが実施された。また、2015 年には、中

央自動車道の調布 IC から三鷹 BS 間において、慢性的な渋滞緩和を目的に、新たに付加車線を設置する取り組みが実施された。このように、近年では、様々な箇所において、既存の道路空間を利用した「ピンポイント渋滞対策」が実施され、渋滞緩和や交通事故軽減等に対して効果を発揮している。道路構造の一般的技術的基準を定めた「道路構造令」においては、車線幅員等の横断面要素は、走行の円滑性、安全性及び快適性の観点から数値基準が定められている。この一般的技術的基準とは、通常の自然的・外部的条件に対応する技術基準であり、慢性的に渋滞が発生している箇所等の通常の条件とは異なる箇所においては、個別に検討していく必要がある。

そこで、本研究では、走行速度と側方余裕幅の関係性について、走行実験よりその特性を把握するとともに、走行速度と側方余裕幅による算定モデルを構築することで、円滑性や安全性等を考慮した車道部幅員の算定手法を提案し、算定モデルを用いた車道部幅員構成を試案として示した。

2. 既往研究と本研究の位置づけ

走行速度と車道幅員の関係において、金子¹⁾は、自由走行時における走行速度と車道幅員の関係について、走行実験を実施し、設計速度に応じた車道部の基本幅員を決定するための手法を提案している。また、中村ら²⁾は、高齢化の進展や女性運転者の増加等の社会的背景を基に、男女別及び年齢別における運転特性を走行実験により把握し、新たな車道部幅員の設定方法について基礎資料を整理している。しかしながら、これらの既往研究では、被験車両として海外車両や近年では販売台数が少ない車種によって実験を実施しているとともに、実験実施から四半世紀が経過していることから、近年の運転特性を十分に捉えていない可能性が考えられる。

そこで、本研究では、既往研究²⁾における実験方法を踏襲した上で、近年の運転特性を捉えるため、男女別及び年齢別による走行実験を実施し、走行速度と側方余裕幅の関係性について再考する。ここで、本研究における「側方余裕幅」は、車両端部から確保した追越等のために必要な余裕幅と定義した。また、本実験については、国土技術政策総合研究所内の試験走路において実施し、各被験者に試験車両を走行させ、走行特性に関するデータを収集するものである。

3. 実験方法

(1) 実験ケースの設定

本実験では、男女別及び年齢別における走行特性について把握するため、「30～50 歳代男性」、「60 歳以上男性」、「30～50 歳代女性」、「60 歳以上女性」の 4 区分とした。なお、30～50 歳代について 1 区分とした理由は、既往研究において、当該年齢区分において走行特性上の有意差が見られなかったためである。また、車種

分類としては、「小型車」及び「普通車」の 2 分類とした。さらに、走行速度については、「道路構造令」との整合を図るため、第 1 種道路の設計速度である 60km/h、80km/h、100km/h、120km/h の 4 区分とし、以下の 4 つの実験ケースについて走行実験を実施した。なお、普通車においては、速度リミッター搭載車を考慮して、本実験では 80km/h を上限速度として設定した。表-1 に実験条件一覧を示す。

【実験 A】右壁との側方余裕幅の観測

試験走路直線部に右壁を模擬仮設し、被験者に走行車線を指定した速度でかつ安全と感じる範囲内で、右壁にできる限り近づいて走行させる。

【実験 B】左壁との側方余裕幅の観測

試験走路直線部に左壁を模擬仮設し、被験者に走行車線を指定した速度でかつ安全と感じる範囲内で、左壁にできる限り近づいて走行させる。

【実験 C】停車車両との側方余裕幅の観測

試験走路直線部に停車車両（1 台）を設置し、被験者に走行車線を指定した速度でかつ安全と感じる範囲内で、停車車両にできる限り近づいて走行させる。

【実験 D】追抜時の側方余裕幅の観測

試験走路直線部の中央車線に被験車両、左側車線に被追抜車両をともに指定した速度で走行させ、車線変更を伴わない追抜行動（並行追越）を再現する。被追抜車両は指定位置を走行するものとし、被験者にその車両を安全と感じる範囲内で、できる限り近づいて走行させる。

(2) 被験者属性及び被験者の選定

本実験は、高速走行を想定しているため、被験者は以下の条件に合致するものを選定した。

- ・ 道路運送車両法における登録車の運転経験 3 年以上
- ・ 年間走行距離 3,000km 以上
- ・ 高速道路を 1 年間に 1 回以上運転

表-1 実験条件一覧

グループ名		グループ1		グループ2		グループ3		グループ4		グループ5		
性別		男性		男性		男性		女性		女性		
年齢階層		30～50歳代		60歳以上		30～50歳代		30～50歳代		60歳以上		
被験車両の車種		小型車		小型車		普通車		小型車		小型車		
実験 A	右壁との側方余裕幅の観測 ●:側方余裕幅(実験で観測する値) ●:進行方向	60km/h	4人×4回	16	4人×4回	16	5人×4回	19	4人×4回	16	3人×4回	12
		80km/h	4人×4回	16	4人×4回	16	5人×4回	20	4人×4回	16	3人×4回	11
		100km/h	4人×4回	16	4人×4回	16	-	-	4人×4回	15	3人×4回	12
		120km/h	4人×4回	15	4人×4回	16	-	-	4人×4回	11	3人×4回	9
実験 B	左壁との側方余裕幅の観測	60km/h	4人×4回	16	4人×4回	16	5人×4回	20	4人×4回	16	3人×4回	12
		80km/h	4人×4回	16	4人×4回	16	5人×4回	20	4人×4回	16	3人×4回	12
		100km/h	4人×4回	16	4人×4回	16	-	-	4人×4回	16	3人×4回	12
		120km/h	4人×4回	16	4人×4回	16	-	-	4人×4回	16	3人×4回	11
実験 C	停車車両との側方余裕幅の観測 左側は停車車両	60km/h	4人×2回	8	4人×2回	8	5人×2回	10	4人×2回	8	3人×2回	6
		80km/h	4人×2回	8	4人×2回	8	5人×2回	10	4人×2回	8	3人×2回	6
		100km/h	4人×2回	8	4人×2回	8	-	-	4人×2回	8	3人×2回	6
		120km/h	4人×2回	8	4人×2回	8	-	-	4人×2回	8	3人×2回	6
		60km/h	4人×2回	8	4人×2回	8	5人×2回	10	4人×2回	8	3人×2回	6
		80km/h	4人×2回	8	4人×2回	8	5人×2回	10	4人×2回	8	3人×2回	6
		100km/h	4人×2回	8	4人×2回	8	-	-	4人×2回	8	3人×2回	6
		120km/h	4人×2回	8	4人×2回	8	-	-	4人×2回	8	3人×2回	4
実験 D	追抜時の側方余裕幅の観測 左側は低速(被追抜)車両	40km/h	4人×2回	8	4人×2回	8	5人×2回	10	4人×2回	8	3人×2回	6
		60km/h	4人×2回	8	4人×2回	8	5人×2回	10	4人×2回	8	3人×2回	6
		80km/h	4人×2回	8	4人×2回	8	-	-	4人×2回	8	3人×2回	6
		100km/h	4人×2回	8	4人×2回	8	-	-	4人×2回	8	3人×2回	6
		40km/h	4人×2回	8	4人×2回	8	5人×2回	10	4人×2回	8	3人×2回	6
		60km/h	4人×2回	8	4人×2回	8	5人×2回	10	4人×2回	8	3人×2回	6
		80km/h	4人×2回	8	4人×2回	8	-	-	4人×2回	8	3人×2回	6
		100km/h	4人×2回	8	4人×2回	8	-	-	4人×2回	8	3人×2回	6
サンプル数合計			255		256		159		250		185	

また、特異な属性を持つドライバーを排除するため、HQL（一般財団法人人間工学研究センター）テストを実施することにより、被験者属性の偏りを排除した。

(3) 被験車両の選定

本実験で用いた被験車両は、小型車においては販売台数の多いトヨタの「AQUA」とし、普通車においてはトヨタの「DYNA」とした。表-2 に被験車両の諸元を示す。

表-2 被験車両の車種と諸元

車種		車幅 (mm)	車長 (mm)	車高 (mm)
小型車	トヨタ AQUA	1,695	4,050	1,455
普通車	トヨタ DYNA	2,210	6,504	3,120

(4) 観測方法

走行速度及び側方余裕幅の観測方法については、最も簡便でかつ精度の高い以下の観測方法を選定した。また、側方余裕幅の計測位置は、始端部、中間部（50m 間隔で設置）、終端部の 3 地点とした。

a) ドライブレコーダーによる走行位置の観測

被験車両の車内フロントガラス中央部にドライブレコーダーを固定し、車両前方中央部に走行位置読み取り用ポールを設置する。このポールと路面に設置したマーキングとの位置関係から、車両の走行位置を判読する。読み取りは、設置したポール先端が路面マーキングの最も手前に重なった瞬間とした。なお、マーキングは 5cm 幅を使用し、2.5cm 間隔での読み取りを行った。

b) 路側ビデオカメラによる走行位置の観測

計測地点である始端部、中間部、終端部の路側に三脚で固定したビデオカメラを設置し、タイヤがマーキングを通過した位置における走行位置を判読する。読み取りは、路側カメラ側のタイヤと路面マーキングが重なった瞬間とした。

c) GPS ベクトル速度計による実車速の計測

車両の速度メーターと実車速に乖離が見られることから、GPS ベクトル速度計を助手席に設置し、実車速を計測する。

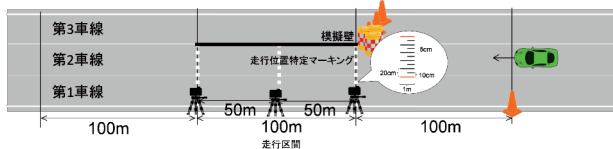


図-1 観測方法例 (実験 A)

4. 走行速度と側方余裕幅の関係性の把握

(1) 分析断面の決定

本実験においては、始端部、中間部、終端部の 3 地点において側方余裕幅の計測を実施しているが、実験 A

及び実験 B の場合、始端部及び終端部は設置した模擬壁の有無による走行影響を受けることが推察されるとともに、実験 C においては、停車車両を中間部のみに設置している。以上の理由から、分析においては、他の影響を受けない中間部における側方余裕幅のデータを用いることとした。なお、実験 D においては、追抜位置が必ずしも上記 3 地点とは限らないため、GPS ベクトル速度計で計測した追抜時の走行速度及び側方余裕幅を分析に用いた。

(2) 実験結果の基本統計量の算出及び走行特性の把握

実験結果より、走行速度と側方余裕幅について、基本統計量を算出し、その特性について把握した。表-3 は実験別の基本統計量の算出結果であり、図-2 から図-5 は走行速度と側方余裕幅の散布図である。なお、実験 C 及び実験 D については、停車車両及び被追抜車両が普通車の場合を集計している。

全実験ケースにおいて、走行速度の上昇とともに、側方余裕幅も増加する傾向が示された。これは、既往研究²⁾³⁾においても、同様の関係性が示されていることから、走行速度と側方余裕幅は、正の相関関係にあると考えられる。一方、実験 D のグループ 2 においては、走行速度の上昇に伴い、側方余裕幅が減少しており、他とは異

表-3 実験別の基本統計量の算出結果

実験ケース	指定速度	実験 A				実験 B			
		60km/h	80km/h	100km/h	120km/h	60km/h	80km/h	100km/h	120km/h
グループ1 [30~50歳 代男性(小型車)]	平均値 (cm)	42.2	47.1	48.5	56.8	56.3	56.6	67.2	73.3
	標準偏差 (cm)	9.0	7.7	10.5	12.0	16.9	15.3	13.6	20.5
	最大値 (cm)	55.5	58.0	63.0	75.5	90.5	83.0	90.5	113.0
	最小値 (cm)	30.5	35.5	25.5	38.0	25.5	35.5	50.5	43.0
	サンプル数	16	16	16	15	16	16	16	16
グループ2 [30~50歳 代男性(普通車)]	平均値 (cm)	47.0	47.1	-	-	55.1	72.4	-	-
	標準偏差 (cm)	15.0	16.2	-	-	16.7	19.2	-	-
	最大値 (cm)	82.5	72.5	-	-	82.5	102.5	-	-
	最小値 (cm)	27.5	12.5	-	-	20.0	32.5	-	-
	サンプル数	19	20	-	-	20	20	-	-
グループ3 [60歳以上 男性(小型車)]	平均値 (cm)	40.0	43.8	43.8	53.0	64.1	76.8	79.6	88.6
	標準偏差 (cm)	10.8	12.2	11.9	11.0	30.3	24.3	25.5	24.8
	最大値 (cm)	70.5	70.5	60.5	83.0	128.0	138.0	173.0	133.0
	最小値 (cm)	20.5	20.5	15.5	35.5	35.5	53.0	43.0	50.5
	サンプル数	16	16	16	16	16	16	16	16
グループ4 [30~50歳 代女性(小型車)]	平均値 (cm)	91.3	97.7	88.5	112.3	114.6	131.9	133.6	142.8
	標準偏差 (cm)	24.0	34.3	24.4	30.0	29.4	34.2	30.1	35.3
	最大値 (cm)	133.0	150.5	135.5	168.0	165.5	173.0	173.0	183.0
	最小値 (cm)	58.0	40.5	43.0	60.5	50.5	60.5	68.0	58.0
	サンプル数	16	16	15	11	16	16	16	15
グループ5 [60歳以上 女性(小型車)]	平均値 (cm)	90.7	104.4	98.2	109.1	125.3	133.2	145.9	152.8
	標準偏差 (cm)	24.3	27.9	8.7	17.6	39.3	30.7	36.4	17.2
	最大値 (cm)	135.5	153.0	113.0	155.5	198.0	198.0	203.0	185.0
	最小値 (cm)	45.5	65.5	78.0	95.5	58.0	98.0	90.5	128.0
	サンプル数	12	11	12	9	12	12	12	11
実験ケース	指定速度	実験 C				実験 D			
		60km/h	80km/h	100km/h	120km/h	60km/h	80km/h	100km/h	120km/h
グループ1 [30~50歳 代女性(小型車)]	平均値 (cm)	45.8	51.4	56.8	63.0	104.1	102.1	122.7	123.2
	標準偏差 (cm)	21.6	14.7	13.0	16.6	19.9	13.9	23.7	14.6
	最大値 (cm)	83.0	78.0	83.0	90.5	131.6	121.1	148.1	149.6
	最小値 (cm)	23.0	33.0	43.0	45.5	71.3	77.9	84.3	105.9
	サンプル数	8	8	8	8	8	8	6	8
グループ2 [30~50歳 代男性(普通車)]	平均値 (cm)	53.8	67.0	-	-	109.1	103.9	-	-
	標準偏差 (cm)	17.7	17.2	-	-	38.0	39.6	-	-
	最大値 (cm)	85.0	97.5	-	-	165.6	185.6	-	-
	最小値 (cm)	27.5	42.5	-	-	53.8	60.1	-	-
	サンプル数	10	10	-	-	10	9	-	-
グループ3 [60歳以上 男性(小型車)]	平均値 (cm)	64.6	63.3	67.7	84.3	121.4	128.5	128.1	138.1
	標準偏差 (cm)	37.2	18.0	22.9	24.9	38.9	30.5	40.0	34.5
	最大値 (cm)	158.0	90.5	113.0	130.5	197.8	197.4	201.6	198.1
	最小値 (cm)	38.0	35.5	38.0	53.0	86.1	97.2	82.9	98.3
	サンプル数	8	8	8	8	8	8	8	8
グループ4 [30~50歳 代女性(小型車)]	平均値 (cm)	108.6	116.1	120.2	142.1	174.1	187.2	193.6	201.5
	標準偏差 (cm)	15.4	24.5	27.0	30.3	29.8	36.3	22.9	39.1
	最大値 (cm)	120.5	153.0	160.5	178.0	208.3	233.2	244.9	284.9
	最小値 (cm)	78.0	75.5	70.5	88.0	129.6	124.2	166.6	144.0
	サンプル数	8	8	8	8	8	8	8	8
グループ5 [60歳以上 女性(小型車)]	平均値 (cm)	116.3	133.8	153.8	164.3	168.2	195.6	197.4	260.1
	標準偏差 (cm)	39.2	42.4	25.6	21.3	84.9	85.9	69.3	50.7
	最大値 (cm)	170.5	218.0	183.0	190.5	277.8	302.0	325.4	356.2
	最小値 (cm)	78.0	83.0	105.5	123.0	46.4	102.4	140.3	192.2
	サンプル数	6	6	6	6	6	5	5	6

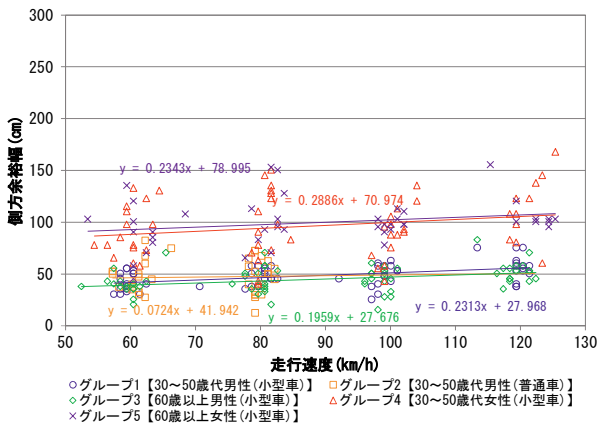


図-2 走行速度と側方余裕幅の関係 (実験 A)

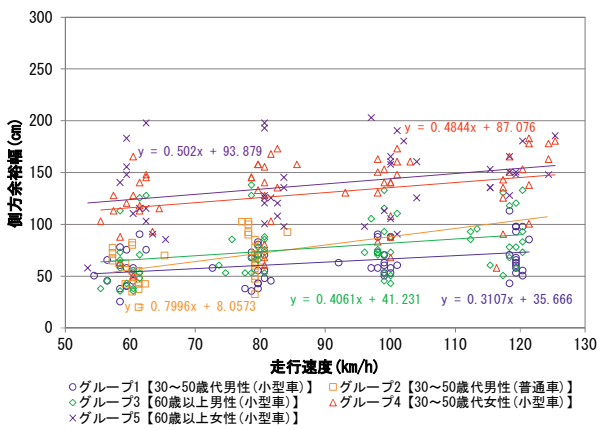


図-3 走行速度と側方余裕幅の関係 (実験 B)

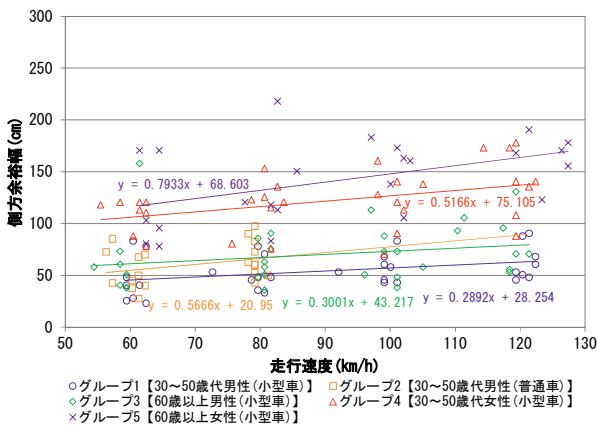


図-4 走行速度と側方余裕幅の関係 (実験 C)

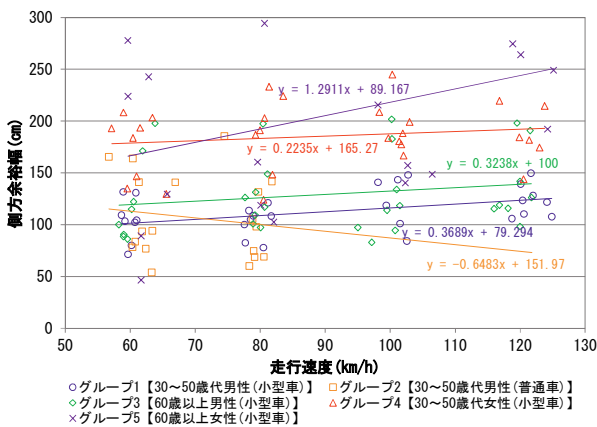


図-5 走行速度と側方余裕幅の関係 (実験 D)

なる傾向を示している。そのため、普通車における追抜ケースについては、データの拡充及び更なる検証が必要であると考えられる。

次に、グループ別に比較すると、男性被験者を対象としたグループ 1、グループ 2 及びグループ 3 については、全体的に側方余裕幅が小さい傾向を示すとともに、年齢や車種の違いによる大きな差異は見られないことがわかる。また、女性被験者を対象としたグループ 4 及びグループ 5 についても、年齢の違いによる大きな差異は見られない一方、男性被験者と比較して、データのばらつきが大きく、側方余裕幅を大きく確保する傾向にあることが示された。

このように、年齢や車種による走行特性の差異は見られない一方、性別による走行特性の差異が見られたことから、次項において、属性別 (年齢・性別・車種) の結果について、統計的に有意な差が認められるか判断するための比較検定を行った。

(3) 共分散分析による属性別の比較

ここでは、属性別 (年齢・性別・車種) の側方余裕幅において、統計的に有意な差があるか比較検定を行う。2 群間の比較においては、t 検定が多く用いられるが、3 群以上の差を比較する場合、有意水準が上昇してしまう多重性の課題が考えられるとともに、走行速度と側方余裕幅の関係性を考慮した比較を行うことができないという課題がある。また、3 群以上の比較手法として、多重比較検定があるが、t 検定同様に走行速度と側方余裕幅の関係性を考慮した比較を行うことができないという課題がある。そこで、本研究では、共分散分析により、属性別 (年齢・性別・車種) の比較検定を行った。共分散分析は、各グループ間の回帰直線の比較を統計的に分析することができ、共変量を用いることで走行速度を考慮した回帰直線の比較が可能となる手法である。本分析においては、まず回帰直線の平行性の検定を行う。ここでは、従属変数を「側方余裕幅」、共変量を「走行速度」、固定因子を「年齢」、「性別」または「車種」として検定し、共変量と固定因子を合わせた交互作用項 (「走行速度」×「年齢」、「性別」または「車種」) を算定式に組み込むものとし、「2 直線は平行である」という帰無仮説に基づいて検定した。次に、回帰直線の有意性の検定を行う。ここでは、平行性の検定で組み込んだ交互作用項を除いた回帰直線において検定し、「2 直線の

表-4 共分散分析の結果

	年齢		性別		車種	
	回帰直線の平行性	回帰直線の有意性	回帰直線の平行性	回帰直線の有意性	回帰直線の平行性	回帰直線の有意性
実験 A				*		
実験 B				*		
実験 C				*		
実験 D				*		

※有意水準は5%とし、「*」は有意差があるものを示す。

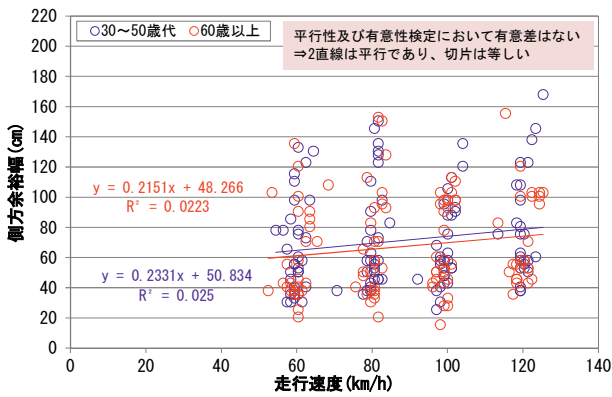


図-6 年齢による共分散分析の結果例 (実験 A)

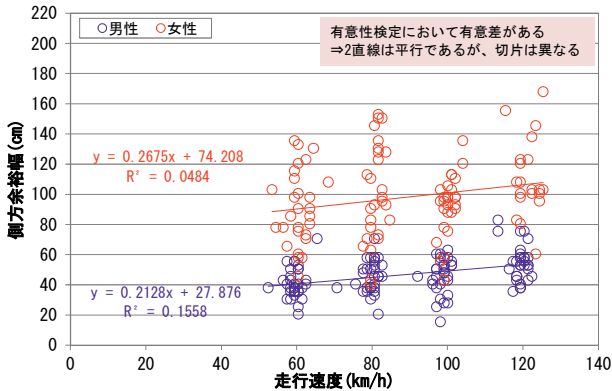


図-7 性別による共分散分析の結果例 (実験 A)

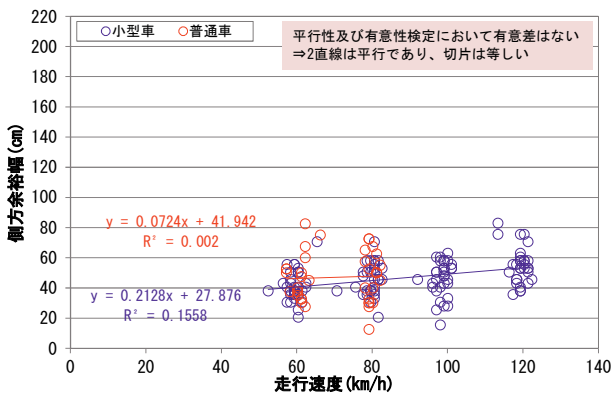


図-8 車種による共分散分析の結果例 (実験 A)

切片は等しい」という帰無仮説に基づいて検定した。表-4 に共分散分析の結果を示す。年齢及び車種を固定因子とした平行性及び有意性検定においては、全実験ケースにおいて有意差はないことが確認された (図-6 及び図-8 参照)。一方、性別を固定因子とした場合、全実験ケースにおいて平行性検定では有意差はないことが確認されたが、有意性検定では有意差があることが確認されたことから、2 直線の平行性は認められるものの、切片は異なるものであることが示された (図-7 参照)。このことから、側方余裕幅については、年齢や車種の違いによる有意差は認められないが、性別の違いによる有意差が認められるとともに、男性と比較して女性による側方余裕幅の方が大きい傾向にあることが確認された。

5. 走行速度と側方余裕幅の回帰モデルの構築

(1) 外れ値の除外

走行速度と側方余裕幅における回帰モデルの算定に際して、まず外れ値の除外を検討した。本実験においては、指示速度に応じた走行速度により実験を実施していることから、外れ値の抽出は側方余裕幅を対象に実施した。和田⁴⁾によると、単変量の外れ値については、箱ひげ図の抽出方法が最も頑健であると指摘されている。そこで、本研究では、外れ値の影響を受けにくい箱ひげ図を用いて、性別及び車種別の側方余裕幅において、各実験の走行速度別に分類し、外れ値の抽出を行った。外れ値の抽出方法としては、箱の縁から数えて開差の3倍を超えるデータであれば「異常値」とし、開差の1.5倍以上3倍未満のデータであれば「外れ値」として除外した。図-9 に作成した箱ひげ図を例示する。

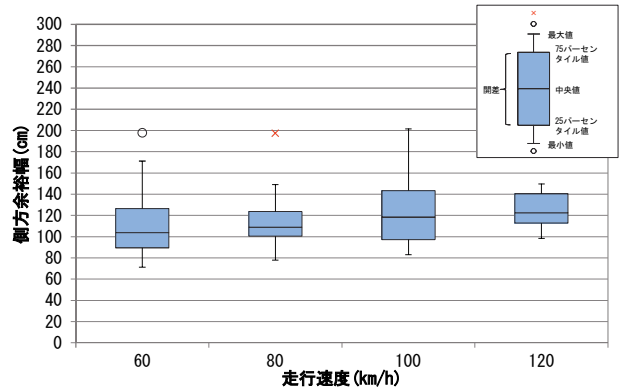


図-9 実験 D における箱ひげ図 (男性-小型車の場合)

(2) 回帰モデルの算定

抽出された外れ値を除外した計測結果を基に、走行速度と側方余裕幅における単回帰モデルを算定した。単回帰モデルの算定に際しては、前節において、性別による有意差が確認されたことから、男女別でのモデルを算定するとともに、以下の2 ケースについて算定した。

【ケース 1】 平均値+標準偏差による回帰モデル

走行速度別 (60km/h, 80km/h, 100km/h, 120km/h) に算定した平均値+標準偏差より回帰モデルを作成する。ここで、当モデルは、走行の快適性等を考慮し、

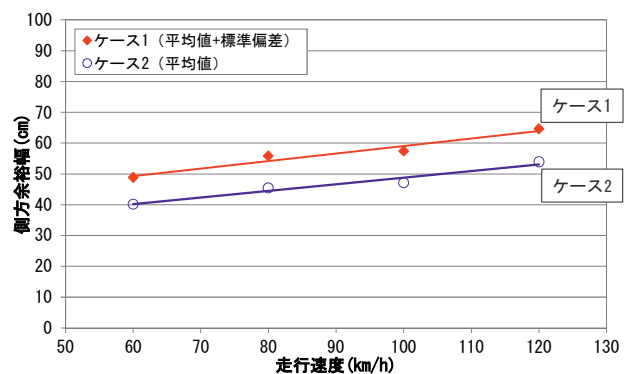


図-10 回帰モデルの算定方法のイメージ

表-5 実験別の回帰モデル

		回帰式 (W:側方余裕幅, V:速度)	
		実験 A	実験 B
ケース1 (平均値+標準偏差)	男性(小型車)	$W=0.246V+34.668$	$W=0.551V+38.845$
	女性(小型車)	$W=0.109V+111.559$	$W=0.358V+134.126$
	男性(普通車)	$W=0.292V+40.041$	$W=1.038V+9.411$
ケース2 (平均値)	男性(小型車)	$W=0.216V+27.364$	$W=0.438V+29.190$
	女性(小型車)	$W=0.273V+74.801$	$W=0.513V+88.882$
	男性(普通車)	$W=0.111V+38.243$	$W=0.905V+0.714$
		回帰式 (W:側方余裕幅, V:速度)	
		実験 C	実験 D
ケース1 (平均値+標準偏差)	男性(小型車)	$W=0.461V+36.787$	$W=0.228V+117.972$
	女性(小型車)	$W=1.053V+55.518$	$W=0.510V+197.783$
	男性(普通車)	$W=0.661V+31.836$	$W=-0.208V+159.955$ 145.48
ケース2 (平均値)	男性(小型車)	$W=0.391V+24.582$	$W=0.295V+89.550$
	女性(小型車)	$W=0.818V+52.491$	$W=0.790V+121.253$
	男性(普通車)	$W=0.690V+12.386$	$W=-0.304V+127.926$ 106.64

走行車両が平均的に走行できる余裕幅に、データのばらつきを表す標準偏差を加算し、より安全に走行できる余裕幅として定義した。

【ケース2】平均値による回帰モデル

走行速度別(60km/h, 80km/h, 100km/h, 120km/h)に算定した平均値より回帰モデルを作成する。ここで、当モデルは、走行車両が平均的に走行できる必要最小限の余裕幅として定義した。

表-5 に実験別に算定した回帰モデルを示す。ここで、実験 D の男性(普通車)における回帰式のように、速度 V に対する係数がマイナスになっている回帰式については、下段に全データにおける平均値+標準偏差及び平均値の値を示すとともに、幅員構成の検討に際しては、これらの数値を用いるものとした。

6. 回帰モデルを用いた車道部幅員構成の試案

(1) 検討条件の整理

a) 想定する道路条件

本研究は、先行事例にある既存の道路空間の再編による「ピンポイント渋滞対策」を想定していることから、第1種第1級の設計速度120km/h及び第1種第2級の設計速度100km/hにおける標準的な片側2車線道路の総幅員10.25m(以下「標準幅員」という。)に対して幅員構成を検討する。また、幅員構成の検討に際して、走行速度は、先行事例でも多く見られる80km/hとするとともに、車線運用としては、片側3車線運用を想定した。

b) 適用する回帰モデル

幅員構成の検討においては、各回帰モデルより算定した側方余裕幅を車両に対して付すことで設定した。図-11 に適用する回帰モデルを示す。なお、本研究におけ

る車線運用は、片側3車線運用であるため、第3通行帯における対象車両は、小型車とした。

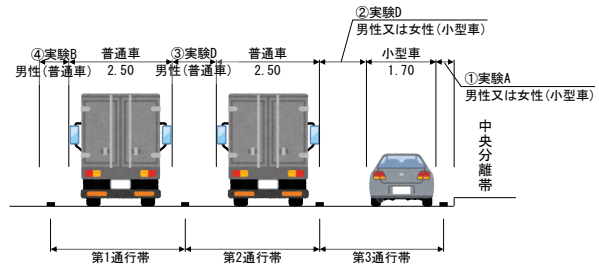


図-11 適用する回帰モデル

c) 検討手法

前述したとおり、本研究で得られた側方余裕幅については、男女による有意差が確認されたことから、①実験 A 及び②実験 D (図-11 参照)において、男女別の回帰モデルを用いるものとした。

【手法1】男性によるモデル

①実験 A 及び②実験 D に、男性(小型車)による側方余裕幅を採用。

【手法2】女性によるモデル

①実験 A 及び②実験 D に、女性(小型車)による側方余裕幅を採用。

(2) 各ケースにおける幅員構成の試案

前項において整理した検討条件を基に、算定した各ケースにおける幅員構成案を表-6 に示す。ケース1の手法1において、標準幅員以上の総幅員が必要になるとともに、0.75m程度の車道拡幅が必要となる一方、中央帯側及び路肩側の側方余裕幅については、「道路構造令」における中央帯の側帯及び路肩幅員の規定値よりも縮小した結果となった。例えば、幅広路肩等により総幅員が標準幅員より広い区間においては、当手法より算定した結果を用いることで、片側3車線運用が可能になる場合もあるが、現状の多くは、用地制約等により車道拡幅を行うことはできないという課題も抱えることから、「平均値+標準偏差」によるモデルは、車道部幅員によって適用性の可否を判断する必要があると考えられる。また、手法2においても手法1同様、車道拡幅が必要になり、中央帯側の側方余裕幅においては、「道路構造令」の規定値より拡大する結果となった。さらに、第2通行帯と第3通行帯の車間が2.38mと大きく、小型車が並走する可能性があることから、走行安全性が確保できないという課題も生ずることから、適用性は低いと考えられる。

次に、ケース2の手法1においては、標準幅員以下の総幅員となることから、本条件下では、「平均値」によるモデルの適用性は高いと考えられる。また、手法2においては、ケース1同様の結果であり、「道路構造令」との整合性や走行安全性の観点から、適用性は低いと考えられる。

表6 各ケースにおける幅員構成案

標準幅員	
ケース1	<p>手法1 (男性)</p>
	<p>手法2 (女性)</p>
ケース2	<p>手法1 (男性)</p>
	<p>手法2 (女性)</p>

7. おわりに

本研究では、走行速度と側方余裕幅の関係について、走行実験により明らかにするとともに、走行速度と側方余裕幅における回帰モデルを構築した。

走行実験の結果、側方余裕幅は、走行速度と正の相関関係にあり、走行速度の上昇に伴い、側方余裕幅も増加する傾向が示された。また、年齢、性別及び車種の属性別による有意性について分析した結果、年齢及び車種により有意な差は認められなかった一方、性別による有意な差が確認されたことから、男女によって走行特性が異なることが明らかとなった。

次に、実験結果を基に、走行速度と側方余裕幅における男女別の回帰モデルを算定し、その回帰モデルを用いて車道幅員構成を検討した。その結果、男性による結果を基にした回帰モデルの適用性は高く、当モデルを用いることで、円滑性や安全性等を考慮した側方余裕幅を走行速度に応じて簡易的に算定することができるため、より柔軟な道路空間の活用を進めていく上で、有用な手法であると考えられる。また、本研究では、片側3車線運用について幅員構成の検討を行ったが、各ケースにおける側方余裕幅の回帰モデルを算定していることから、様々な車線運用において適用の可能性があると考えられる。

本研究では、女性被験者を考慮した幅員構成案においては、適用性が低いことが示唆されたが、近年では、女性運転者が増加しており、これらの社会的背景を踏まえた場合、留意すべき要因である女性被験者については、データの拡充を行うとともに、更なる検証が必要であると考えられる。また、本研究では、走行車両に対して必要となる側方余裕幅の実験であり、車線幅員等の個々の横断面要素について言及したのではないことから、今後は個々の横断面要素における検証も必要であると考えられる。

参考文献

- 金子 証：道路幅員に関する研究—走行速度に基づいて車道幅員を決定する合理的な方法—，交通工学，24巻，3号，pp49-56，1989.
- 中村 亮，村西 正実，田中 良寛，岩田 明：車道幅員設定に関する調査，土木研究所資料，第 3322 号，1994.
- 村西 正実，田中 良寛，岩田 明：車道幅員設定に関する調査，第 14 回交通工学研究会論文集，pp109-112，1994.
- 和田 かず美：多変量外れ値の検出～MSD 法とその改良手法について～，統計研究彙報，第 67 号，No.4，2010.

(2019.3.10 受付)

STUDY ON NECESSARY WIDTH OF ROADWAY ACCORDING TO TRAVEL SPEED

Tomoya MORITA, Yoshihiro TANAKA, Yusuke KONO and Shinsuke SETOSHITA