

交通の円滑化のための道路幅員の再編に関する実験的検証

西 公平・森田大也・田中良寛・横地和彦

1. はじめに

近年、高速道路において既存の道路の総幅員（以下「道路幅員」という。）を変えずに車線や路肩等を再編し、新たに付加車線を設置することにより、交通の円滑化を図る対策が試行的に実施され（図-1）、渋滞緩和や交通事故減少等の効果が確認されている。

一方で、道路の幾何構造に関する技術基準を定めた道路構造令は、道路を新設又は改築する際の一般的技術的基準を定めたものであり、既存の道路幅員を再編する場合の幅員等に関しては定められていない。したがって、既存の道路幅員の中で付加車線の設置を要する場合には、道路構造令に依らず、各道路管理者が個別に円滑性や安全性を担保できる幅員等を検討する必要がある。しかし、走行速度と運転者が安心と感じる側方余裕幅との関係等について検証例が少なく、対策の実施は数例のみに留まっているのが実情である。そこで、本研究では渋滞対策の推進等に向けて、走行速度と運転者が安全と感じる最低限の側方余裕幅（以下「側方余裕幅」という。）の関係性について走行実験によりその特性を把握し、円滑性や安全性等を考慮した道路空間の再編について考察したものである。

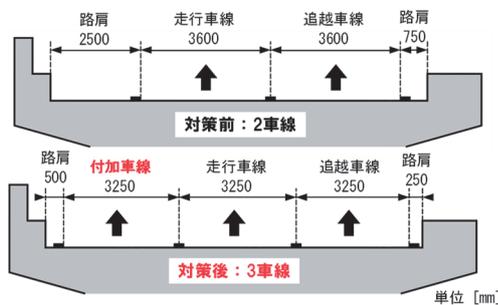


図-1 付加車線設置の実施例

2. 既往研究と本研究の位置づけ

走行速度と運転者が安全と感じる車道幅員の関係において、金子¹⁾は、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から、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。

本研究では、既往研究^{2),3)}における実験方法を参考とし、実験条件に被験者（60歳以上女性）及び被験車両（普通貨物自動車（以下「普通車」という。))を追加し、走行実験を実施した。また、GPSベクトル速度計や高性能カメラを導入することで、既往研究よりも詳細に検証を行った。

3. 実験方法

3.1 実験概要

本実験は、以下(1)～(4)及び図-2に示す4つの実験ケースについて、被験者に指定した速度で、安全と感じる範囲内で高さ150cmの模擬壁又は車両にできる限り近づいて走行してもらい、走行位置等を観測したものである。

- (1)【実験A】右壁との離隔の観測
- (2)【実験B】左壁との離隔の観測
- (3)【実験C】停車車両との離隔の観測
- (4)【実験D】追抜時の離隔の観測

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、被験者を30～50歳代男性、60歳以



図-2 実験ケース一覧

上男性、30～50歳代女性、60歳以上女性の4つに区分し、各々4名以上を確保した。車種は、小型乗用自動車（以下「小型車」という。）及び普通車の2種類とした。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区分とした。

3.2 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者を選定した。

- (1) 運転経験3年以上
- (2) 年間走行距離3,000km以上
- (3) 高速道路を1年間に1回以上運転

3.3 被験車両の選定

被験車両には、道路構造令における設計車両の諸元を踏まえて表-1に示す車両を用いた。

表-1 被験車両の車種と諸元

車種	車幅(mm)	車長(mm)	車高(mm)
小型乗用自動車(小型車)	1,695	4,050	1,455
普通貨物自動車(普通車)	2,210	6,504	3,120

3.4 観測方法

走行位置は、あらかじめ車両前端中央に設置したポールと、試験走路の路面に5cm間隔で貼付した幅5cmの粘着テープとの重なりをドライブレコーダ画像から2.5cm刻みで読み取ることにより車両中央の走行位置を観測し、ここから車幅の1/2の値を減じることで、車両側面から壁、停車車両や被追抜車両側面との離隔（以下「側方余裕幅」という。）を算定した（図-3、図-4）。さらに、路側に設置したカメラの画像から2.5cm刻みで読み取ったタイヤの通過位置を突き合わせることで、補正を行った。実験Dでは、必ずしも路面にテープが貼られている区間で追抜きが観測できるとは限らないため、GPSベクトル速度計で測位した位置座標情報を参考にして走行位置の補完を行った。

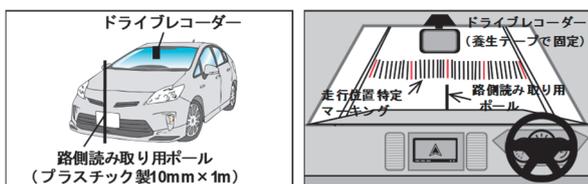


図-3 走行位置の観測方法

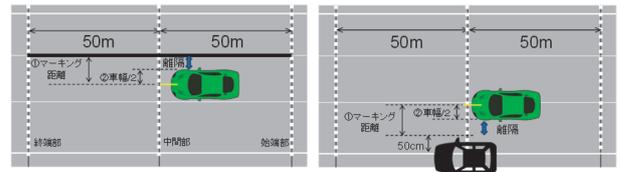


図-4 離隔（側方余裕幅）の算定方法

4. 実験結果

4.1 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、平均値及び標準偏差（以下「基本統計量」という。）を算出し、その特性について把握した。表-2に基本統計量の算出結果を示す。

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^{1),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。

次に、被験者、被験車両の属性別に比較すると、男性被験者を対象としたグループについては、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受けられないことがわかる。女性被験者を対象としたグループについても、年齢の違いによる大きな差異は見受けられない一方、男性被験者と比較して、ばらつきが大きく、かつ全体的に側方余裕幅を大きく確保する傾向が見受けられる。このように、年齢や車種による走行特性の差異は見受けられない一方、性別による走行特性の差異が見受けられたことから、次項において、属性別の結果について、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。

4.2 共分散分析による属性別の比較

本研究では、共分散分析という統計解析法を用いて、属性別（年齢・性別・車種）に有意性の検定を行った。共分散分析は、2群間の回帰直線（ここでは側方余裕幅に関する回帰直線）の比較を統計的に分析することができ、共変量（ここでは走行速度）の影響を考慮しつつ、固定因子（ここでは年齢・性別・車種）の有意差が検定可能となる手法であり、どの属性が側方余裕幅に有意な影響があるか検証した。

共分散分析の結果、年齢及び車種は、図-5、図-7に示すように、2直線の差が小さい（切片の差

が小さい) ことから、全実験ケースにおいて有意差はないことが確認された。一方、性別は有意差があることが確認された(図-6)。これにより、側方余裕幅については、年齢や車種の違いによる影響は認められないが、性別の違いによる影響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ことが統計的に確認された。なお、実験B~実験Dの共分散分析においても同様の結果が確認された。

表-2 実験別の基本統計量の算出結果

	実験ケース	実験A				実験B			
		指定速度	60km/h	80km/h	100km/h	120km/h	60km/h	80km/h	100km/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
	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	-	-
	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
	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
	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
	サンプル数	12	11	12	9	12	12	12	11
	実験ケース	実験C				実験D			
		指定速度	60km/h	80km/h	100km/h	120km/h	60km/h	80km/h	100km/h
グループ1 30~50歳代男性 (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
	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	-	-
	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
	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
	サンプル数	8	8	8	8	8	7	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
	サンプル数	6	6	6	6	6	5	5	6

*普通貨物自動車(普通車)は速度抑制装置を装着しているため100km/h、120km/hでの実験は未実施

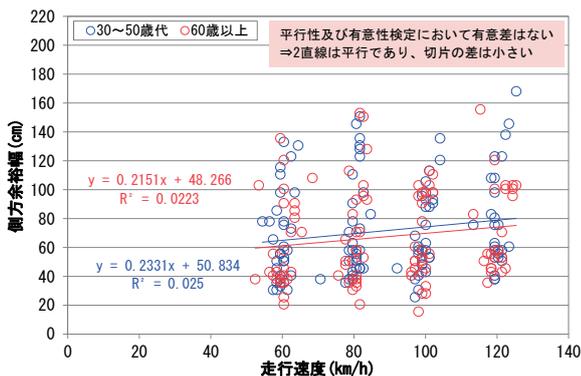


図-5 年齢による共分散分析の結果例(実験A)

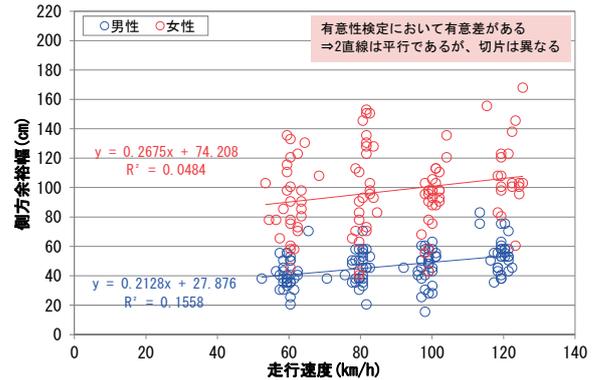


図-6 性別による共分散分析の結果例(実験A)

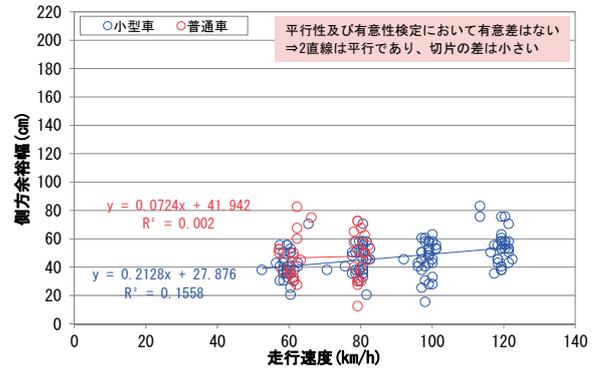


図-7 車種による共分散分析の結果例(実験A)

5. 回帰モデルによる車道部幅員構成の試算

5.1 走行速度と側方余裕幅の回帰モデル算定

走行速度に応じた円滑性や安全性を考慮した道路空間の再編手法を検討するため、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。前項において統計的に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、表-3に示す2ケースについて算定した。なお、ケース1は平均値を基に算定した回帰モデル、ケース2は個人のばらつきを考慮し、平均値より安全側となる側方余裕幅を確保する回帰モデルである。

表-3 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)	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
ケース2 (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
		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)	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
ケース2 (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

5.2 検討条件

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。）に対して幅員構成の再編を検討する。

なお、走行速度は、先行事例でも多く見られる規制速度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。

5.3 各ケースにおける幅員構成の試算

前項において整理した検討条件を基に算定した、男性被験者の回帰モデルによる各ケースの幅員構成案を図-8に示す。ケース1においては、標準幅員以下の総幅員で付加車線が設置可能であり、ケース2においては、付加車線を設置する場合、標準幅員以上の総幅員が必要という結果となった。また、女性被験者の回帰モデルによる場合では、ケース1、ケース2いずれにおいても、付加車線を設置する場合は標準幅員以上の総幅員が必要と

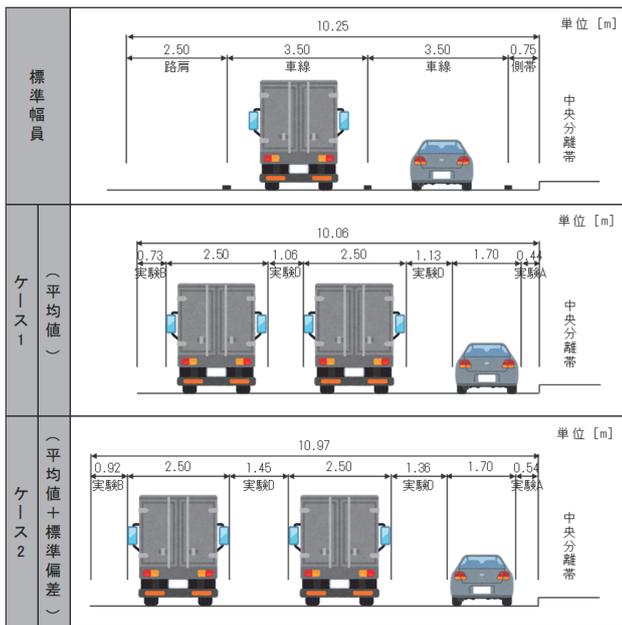


図-8 幅員構成案（男性被験者の数値を基に試算）

いう結果となった。なお、今回の実験では、被験者に対し、安全と感じる範囲内での走行をお願いしており、この数値を割り込んだことによって、直ちに危険と感じる、あるいは危険が生じることを意味するものではない点に留意が必要である。

6. おわりに

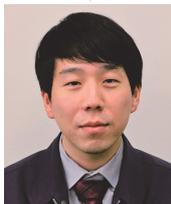
本研究では、走行速度と側方余裕幅の関係性を走行実験により明らかにするとともに、走行速度と側方余裕幅における回帰モデルを算定し、既存の道路空間の再編について検討した。

走行実験及び統計的分析の結果、側方余裕幅は、走行速度と正の相関関係にあり、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、回帰モデルによる車道幅員構成の試算については、男性被験者による実験結果（平均値）を基に算定した回帰モデルでは既存の標準幅員において付加車線設置が可能という結果が得られた。ただし、標準偏差を考慮した場合は標準幅員以上の総幅員が必要となるほか、女性の実験結果を基に算定した回帰モデルの場合では、いずれのケースも標準幅員以上の総幅員が必要という結果となった。今後は、標準偏差を考慮することの是非を検証するとともに、近年、女性運転者が増加していることや、今回の走行実験においては女性被験者の普通車による実験結果や体格差による検証が不十分であることを踏まえ、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。

参考文献

- 金子 柁：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、pp.49～56、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、pp.109～112、1994

西 公平



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室 交流研究員
NISHI Kohei

森田大也



研究当時 国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室交流研究員、現 復建調査設計（株）
MORITA Tomoya

田中良寛



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室 主任研究員
TANAKA Yoshihiro

横地和彦



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室長
YOKOCHI Kazuhiko