

# 広幅員の自歩道を改良した自転車道の利用促進 を目指した交差点部段差の快適性評価値分析

大崎 拓哉<sup>1</sup>・藤田 素弘<sup>2</sup>

<sup>1</sup>学生会員 名古屋工業大学大学院 (〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町)  
E-mail:27413515@nitech.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 名古屋工業大学大学院教授 (〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町)  
E-mail:fujita.motohiro@nitech.ac.jp

本研究では、自歩道交差点部の段差（車道と歩道の境界部）における自転車の走行実験を行うことで、段差での快適性評価や振動レベル、速度データを調査した。走行実験より、快適性評価値を振動レベルと速度から求めるモデルを作成した。以上より、特に進行方向と鉛直方向の振動レベルを減少させることで、快適性が向上することが分かった。また、交差点における歩道側高さや角度、境界部角度や段差、境界部長さ、車道側高さや角度の縦断面構造を測量した。また、振動レベルが上昇する過程を基に断面形状データから合成変数を作成した。以上より、走行実験データと断面形状データを照合することで、走行速度、歩道側 250 cm 高さや歩道側 0 cm 角度、境界部角度、境界部段差を小さくすることにより、振動レベルが減少することが分かった。

**Key Words:** bicycle, vertical cross-sectional, uneven shape, bicycle and pedestrian walkway.

## 1. はじめに

平成 14 年から平成 24 年における 10 年間で全交通事故<sup>1)</sup>と自転車交通事故ともに減少しているものの、自転車対歩行者事故件数は 1,966 件から 2,625 件と 33.6% (約 1.3 倍) 増加している。本研究で対象とする名古屋市は、広幅員の自転車歩行者道（自歩道）が多く整備されているが、自動車交通量が多いということもあって、自歩道を改良した自転車通行空間<sup>2)</sup>（カラー舗装等で明示した自歩道上の自転車通行空間や柵等で歩道と分離した自転車道などがあり以降自転車道とよぶ）が設置されることが多くなされてきた。平成 19 年の「新たな自転車利用環境のあり方を考える懇談会」では自転車の通行空間を歩行空間や自動車空間から分離することをはじめとしたガイドラインが作成されたが、本研究では、名古屋市のような、広幅員の自歩道を再配分して整備された自転車道を扱うものとして、この自転車道の自転車の利用促進について考えるものである。しかしながら、比較的早く整備された従前の自歩道を改良した自転車道は、歩道の幅員を削減して整備しているが、自転車が歩道を走行している箇所も散見された。その結果、狭くなった

歩道に歩行者と自転車が混在することになり、整備前よりも危険な状態になっている場合もあるとの指摘もある。この理由として、従前の自転車道は、交差点部の段差が大きく、また、迂曲した部分が多いため、自転車の走行快適性が大きく損なわれ、自転車が自転車道を走行せず、歩道を走行してしまうということが考えられる。今後はガイドラインにもあるように、自歩道という整備方針はなくなっていくが、多くの歩道は自歩道として整備されており、この自歩道を当面は活用することも実態としてまだ多いと言える。そこで、将来的に自歩道を自転車道に変更していく際に、自転車利用者の促進を促すことができるように、本研究を生かすことができると考えられる。そこで、自転車利用者に対し自転車道の利用を促すことで歩行者と自転車を分離することを目的として、本研究では特に、自転車の走行快適性に影響を与える交差点部の段差に注目する。すなわち、段差を自転車走行時に受ける振動やその不快感を軽減することで自転車が自ずと自転車道を安全に走行するような自転車走行空間の整備手法について検討するものである。

## 2. 走行実験の概要

交差点部の段差を通過する際に発生する振動とそれに対する走行被験者の快適性評価値の関係性を調べるために、2016年の12月に、男性計24名を対象に走行実験を行った。国土交通省がH20年度に指定した「自転車通行環境整備モデル地区」のうち、名古屋市内の鶴舞地区を含むエリアを調査対象とした。走行実験の対象地区および各段差を図-1に示す。名古屋市の鶴舞駅を周辺にA～Cの3コース、計94箇所の縁石部が設置されている。走行ルートは、各ルートそれぞれ右回り、左回りの計6ルートとなる。また、図-2に示すように、各交差点において交差点前と交差点後の2箇所の段差がある。



図-1 走行実験対象地区

次に、実験の概要を表-1に示す。走行速度に関しては車載ビデオカメラによって計測された速度データを使用した。ここで、走行速度に関しては、被験者が日常走行している速度を中速走行とし、それよりも低い（又は高い）場合を低速（又は高速）走行として3回走ってもらった。これは、具体的な数値目標を提示することによる個人差の発現や主観評価への影響を抑制するためである。また、振動レベルとは、三軸加速度計によって得られた振動加速度波形データを、フーリエ変換し、JISに規定されている周波数に応じた振動感覚補正<sup>3)</sup>を施し、基準振動をもとに対数尺度化した振動データを振動レベルとして用いた。振動レベルは方向別に、X軸（左右）方向、Y軸（進行）方向、Z軸（鉛直）方向に分類できる。加速度計によって得られる振動方向を図-3に示す。図中の各軸は、ハンドル中央部に取り付けた加速度計に対し、鉛直方向、進行方向、左右方向を記録している。また、快適性評価値に関しては、被験者が交差点を走行するごとに、アンケート用紙を用いて走行中の縁石部で発生した振動を、5段階（5：快適、4：やや快適、3：普通、2：やや不快、1：不快）で評価してもらった。これらを記録するための調査機材を図-4に示す。



図-2 交差点前と交差点後

表-1 走行実験の概要

実施日	2016年12月
対象人数	20代の男性24名
自転車	シティサイクル 26inch タイヤの空気圧3bar
走行回数および走行速度	中速走行 低速走行 高速走行 ※走行順はランダム(計3回)
振動レベル	段差通過時の最大加速度から前後に512msecずつ取りFFT(N=1025) サンプリング周波数:1khz
段差に対する評価(快適性評価値)	1:不快 2:やや不快 3:普通 4:やや快適 5:快適 ※各段差走行後に回答
走行ルートの順番	B(自転車道)コースを走行後、比較対象のC(歩道)コースとA(自歩道)コースを走行

## 3. 走行実験データの分析

走行実験によって記録した快適性評価値は被験者が段差を通過したときの快適性の知覚を記録したもので、被験者個人によって意識の差が出てくる。そこで、快適性評価値（主観評価）を物理量の振動レベル（客観評価）との関係性をみることで客観的な意味づけを考える。各軸・合成軸ごとにおける快適性評価値と振動レベルの相関係数を表-2に示す、表中の3段階分類とは、交差点ごとに速度の最小値と最大値と求め、レンジを3等分することで各速度域を設定し、そのときの振動レベルを速度域別に分類したものである。なお、合成軸の算出式を

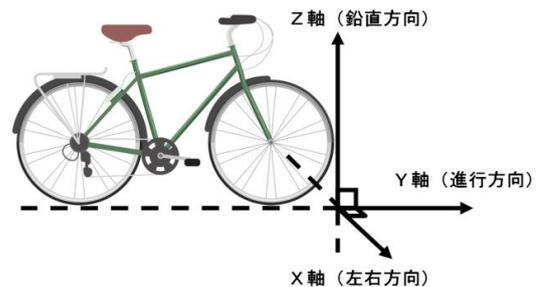


図-3 振動レベルの方向の定義

式(1)(2)に示す。表-2 より、快適性評価値は Y 軸と Z 軸、および ZY 軸の振動レベルとの相関が高い。以上より、一方向では Y 軸方向振動レベルが最も快適性に影響を与えるといえるが、本研究では段差通過時に発生する路面との衝突による鉛直方向の振動 (Z 軸方向) についても考慮することとして、Z 軸と Y 軸を合成した軸、ZY 軸方向の振動レベルを用いて以降の分析を行うものとする。また、快適性評価値を 5~4 の「快適」と、3~1 の「不快」に分類したときの振動レベルの等分散性の検定と t 検定を行った結果を表-3 に示す。以上より、交差点前後、速度域に関わらず、快適と感じる振動レベルと不快と感じる振動レベルには差があることが分かった。次に、快適性評価値を目的変数として ZY 軸方向振動レベルと平均速度を説明変数とした重回帰モデルを表-4 に示す。以上より、評価値が上昇するには振動レベルを小さくし、速度が大きくなることで快適性評価値の値が大きくなるのがわかる。ここで、速度がプラスに働く理由として、低速走行時の運転のしづらさが解消されたこと、一定の速度を維持することで自転車の走行性が向上したことが考えられる。

$$L_{ZY} = \sqrt{L_Z^2 + L_Y^2} \tag{1}$$

$$L_{ZYX} = \sqrt{L_Z^2 + L_Y^2 + L_X^2} \tag{2}$$

$L_Y$ : Y 軸方向振動レベル

$L_Z$ : Z 軸方向振動レベル

$L_X$ : X 軸方向振動レベル

#### 4. 縦断面形状測定の概要

ZY 軸方向振動レベルに影響を与える断面形状を特定するために縦断面形状の測定を行う。各交差点部の測量箇所を図-5、図-6 に示す。ここで、歩道側高さとは、歩道-縁石の境界部を 0cm 地点とし、車道側高さとは、車道-路肩の境界部を 0cm 地点とし、そこからの高さ(比高)を測定している。また歩道側角度および車道側角度とは 50cm ごとの高さで長さを求め、三角比より 50cm 間隔で角度を求めることで、歩道側角度および車道側角度としている。なお、測量機器にはトータルステーションを用いた。また段差及び角度の符号を図-7 に示す。測定を行った計 94 箇所の段差の縦断面構造データの平均値、標準偏差、最大値および最小値を表-5 に示す。これより、歩道側高さは境界部から離れるにつれて高くなり、尚且つばらつきも大きくなるのが分かる。一方、歩道側角度は境界部から離れるにつれて小さくなり、ばらつきも小さくなる。これは、歩道の形状として交差点の境界部へとつながるところで緩やかに勾配しているが、擦り付け前の歩道高さに大きな違いがあるためであると考えられる。一方、車道側高さや角度は歩道側

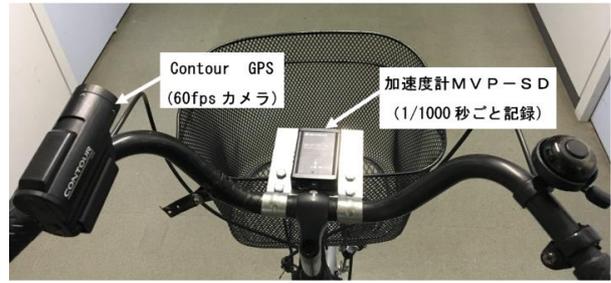


図-4 実験機材

表-2 快適性評価値と方向別振動レベルの相関

決定係数(r)	3段階				
	低速域	中速域	高速域	平均	
X軸方向振動レベル	交差点前	-0.294	-0.479	-0.655	-0.476
	交差点後	-0.468	-0.563	-0.679	-0.570
Y軸方向振動レベル	交差点前	-0.723	-0.725	-0.799	-0.749
	交差点後	-0.749	-0.780	-0.769	-0.766
Z軸方向振動レベル	交差点前	-0.683	-0.710	-0.797	-0.730
	交差点後	-0.702	-0.769	<b>-0.810</b>	-0.760
ZY軸方向振動レベル	交差点前	-0.708	-0.723	<b>-0.802</b>	-0.744
	交差点後	-0.686	-0.780	-0.797	-0.755
三軸合成振動レベル	交差点前	-0.682	-0.589	<b>-0.806</b>	-0.692
	交差点後	-0.684	-0.786	-0.699	-0.723
		相関係数0.7以上			
		相関係数0.8以上			

表-3 快適と不快の振動レベルの差の検定結果

交差点	等分散性の検定		分散が等しくないと仮定した検定					
	速度域	等分散性	t検定	p値 (Prob>t)	p値 (Prob>t)	p値 (Prob<t)	t値	自由度
前	低速域	0.6611	分散が等しくない	<.0001	1.0000	<.0001	-11.0	27.8
	中速域	0.6336		<.0001	1.0000	<.0001	-11.4	38.4
	高速域	0.8015		<.0001	1.0000	<.0001	-12.8	36.6
後	低速域	1.0000	分散が等しくない	<.0001	1.0000	<.0001	-5.1	30.0
	中速域	0.8071		<.0001	1.0000	<.0001	-8.9	31.9
	高速域	0.1807		<.0001	1.0000	<.0001	-10.5	27.6

表-4 快適性評価値の重回帰モデル

目的変数	快適性評価値(3段階)			
	交差点前		交差点後	
説明変数	パラメータ	t値	パラメータ	t値
切片	9.55	24.5**	9.61	25.3**
ZY軸方向振動レベル(dB)	-0.0692	-17.1**	-0.0712	-17.6**
平均速度(km/h)	0.0362	3.96**	0.0429	4.77**
F値	147		156	
R <sup>2</sup> 値	0.51		0.53	
N	280		281	

\*\* : 1%有意 \* : 5%有意

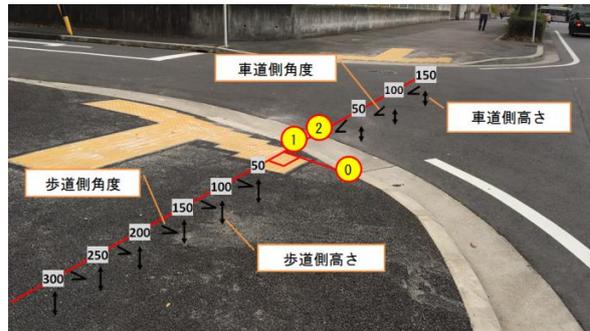


図-5 歩道側・車道側の測量箇所

と比べて、平均値もばらつきも小さいことが分かる。以上より、歩道では交差点ごとに高さや角度に特徴があるが車道では交差点の形状に変化が少なく、平坦な構造であると考えられる。次に、自転車道と自歩道を比較すると歩道側高さは自転車道の方が小さく、車道側高さは自歩道の方が小さい。また、図-6 の縁石長さや縁石角度

や路肩角度、各段差にも自歩道と自転車道で違いが見られる。これは、調査対象の自転車道が段差や角度を小さくするために縁石を延長しているからであると考えられる。

### 5. 振動レベルと断面形状関係

前章までの走行実験と、縦断面測量のデータを用いて、ZY 軸方向振動レベルと交差点構造との関係を分析する。交差点前における縦断面形状要因と ZY 軸方向振動レベルの重回帰分析結果を表-6 の基本モデルに、交差点後の結果を表-7 の基本モデルに示す。表中の基本モデルとは交差点構造のデータ変数をそのまま使用したものである。これより、振動レベルに影響を与える交差点構造として、交差点前では、歩道側 250cm 高さ、縁石角度、路肩角度、歩道-縁石段差、縁石-路肩段差、路肩-車道段差、平均速度が有意になった。一方、交差点後では縁石角度、路肩角度、歩道-縁石段差、縁石-路肩段差、路肩-車道段差、平均速度が有意になった。交差点前における調整済み R2 値は 0.43、交差点後における調整済み R2 値は 0.27 となった。これらの変数より、速度が大きい状態で、縁石と路肩間の境界部に衝突することで振動レベルが大きくなると考えられる。また、高さのある段差にタイヤが衝突することでも振動レベルが大きくなると考えられる。交差点前では歩道側 250cm 高さが有意になっていることから高さのある歩道を下るように走行することで衝突時の運動エネルギーが上昇すると考えられる。しかし、モデルの R2 値がやや低いこと、そして各説明変数同士の相関が高いため、有意となった他の変数をモデルに組み込むことができなかった。また、交差点後モデルでは車道側高さを変数に組み込むことができず交差点部全体の構造と振動レベルとの関係は十分明確なとは言いえない。

そこで、基本モデルの結果を踏まえ、各変数同士を合成した合成変数を作成することで、多重共線性の解消と精度の向上を試みる。まず、縁石角度や路肩角度、各段差が有意であることから、交差点部の段差や路面への衝突が振動レベルに影響を与えていると考えられる。また、速度や交差点前での歩道側 250 cm 高さが有意であることから、交差点部の段差に衝突する前までの速さ（運動エネルギー）によって振動レベルが大きくなると言える。以上の振動レベルが上昇する過程を基に、表-8 に示すような衝突有無、仮想縁石角度、歩道-縁石段差、路肩-車道段差、進入角度、対向歩道側 0 cm 角度の合成変数を作成した。ここで、衝突有無と仮想縁石角度はタイヤが縁石と路肩の間の路面に衝突することを表し、歩道-縁石段差、路肩-車道段差、進入角度は境界部の段差

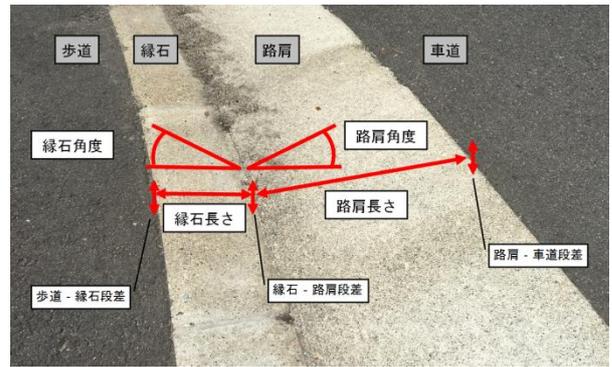


図-6 境界部の測量箇所

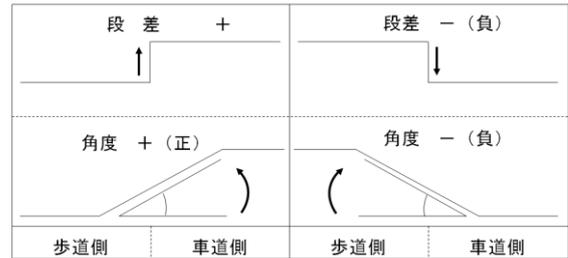


図-7 境界部の符号表記

表-5 自歩道と自転車道の断面形状の集計

	自歩道				自転車道			
	平均値	標準偏差	最大値	最小値	平均値	標準偏差	最大値	最小値
歩道側0cm高さ(cm)	0	0	0	0	0	0	0	0
歩道側50cm高さ(cm)	2.77	1.92	10.30	-0.50	1.73	1.36	4.70	-0.40
歩道側100cm高さ(cm)	5.52	3.39	16.50	-0.90	3.10	2.94	11.50	-1.50
歩道側150cm高さ(cm)	8.07	4.47	21.20	-0.30	4.29	4.29	15.80	-1.80
歩道側200cm高さ(cm)	10.25	5.39	22.50	-0.90	5.06	4.97	16.60	-1.40
歩道側250cm高さ(cm)	11.77	6.06	26.10	-1.40	5.60	5.58	18.60	-2.20
歩道側300cm高さ(cm)	12.90	6.60	31.30	-0.70	6.08	6.12	18.70	-2.30
歩道側0cm角度(°)	3.28	2.29	12.67	-0.58	1.89	1.65	5.52	-0.56
歩道側50cm角度(°)	3.13	2.08	11.31	-1.48	1.56	1.96	7.82	-1.24
歩道側100cm角度(°)	2.91	2.28	10.45	-2.32	1.35	1.67	5.32	-0.69
歩道側150cm角度(°)	2.59	2.07	11.36	-1.04	0.87	1.22	4.00	-1.27
歩道側200cm角度(°)	1.75	1.63	6.16	-1.26	0.62	1.04	3.43	-0.92
歩道側250cm角度(°)	1.29	1.39	5.89	-1.51	0.55	0.96	2.84	-0.91
縁石角度(°)	-5.97	3.55	1.13	-12.67	-3.97	4.23	2.42	-13.71
路肩角度(°)	2.03	1.53	7.03	-2.40	1.66	1.16	3.75	0.27
縁石長さ(cm)	17.71	2.79	32.60	11.20	54.99	5.38	64.90	45.70
路肩長さ(cm)	50.89	4.20	61.40	42.20	49.39	5.46	60.70	41.20
歩道-縁石段差(cm)	0.42	0.58	2	-0.6	0.06	0.47	1.2	-0.6
縁石-路肩段差(cm)	-0.45	0.70	1.5	-2.9	-0.22	0.28	0.4	-0.9
路肩-車道段差(cm)	0.55	0.77	3.1	-0.6	0.38	0.35	1.2	-0.3
車道側0cm高さ(cm)	0	0	0	0	0	0	0	0
車道側50cm高さ(cm)	1.14	1.28	4.60	-2.80	1.45	1.31	4.60	-0.80
車道側100cm高さ(cm)	2.10	2.13	7.30	-3.60	2.53	1.62	6.90	-0.50
車道側150cm高さ(cm)	2.75	2.72	9.90	-4.40	3.14	2.04	6.80	-0.80
車道側200cm高さ(cm)	1.28	1.49	5.51	-3.22	1.67	1.51	5.32	-0.93
車道側50cm角度(°)	1.02	1.53	6.37	-2.26	1.23	0.97	3.01	-0.82
車道側100cm角度(°)	0.61	1.52	5.19	-4.00	0.61	1.06	2.48	-1.75

表-6 断面形状と振動レベルの重回帰モデル (交差点前)

目的変数	ZY軸方向振動レベル(交差点前)			
	基本モデル		合成変数モデル	
説明変数	パラメータ	t値	パラメータ	t値
切片	75.889	39.00**	79.499	52.83**
衝突有無(°)			1.282	9.38**
縁石角度(°)	-0.990	-6.83**		
歩道側250cm高さ(cm)	0.504	6.58**	0.424	6.06**
歩道-縁石段差(cm)	4.043	4.59**	0.565	4.99**
路肩-車道段差(cm)	3.129	4.37**	0.459	5.78**
平均速度(km/h)	0.614	5.97**	0.642	6.73**
路肩角度(°)	1.299	3.73**		
縁石-路肩段差(cm)	-2.104	-2.32*		
F値	31.4		58.2	
調整済みR <sup>2</sup> 値	0.43		0.51	
N	280			

\*\* : 1%有意 \* : 5%有意

で衝突する際の度合いを表現し、対向歩道側 0 cm 角度は走行時の加速を促す指標として作成した。また、路面や段差の衝突を表現するためにタイヤ-路面間に生じるタイヤの隙間の角度（以降、車輪角度と呼ぶ）を算出し

た。図-8 に合成変数に用いる車輪角度の算出式を示す。

これらの合成変数を考慮した交差点前の縦断面形状と ZY 軸方向振動レベルの重回帰モデルを表-6 の合成変数モデルに、交差点後のモデルを表-7 の合成変数モデルに示す。表中の合成変数モデルより、振動レベルに影響を与える交差点構造として、交差点前では歩道側 250cm 高さ、衝突有無、走行速度、歩道-縁石段差、路肩-車道段差が有意な変数となった。また、全体の結果からみても、精度は 0.51 と比較的良好な精度となった。交差点後では、対向歩道側 0cm 角度、仮想縁石角度、平均速度、歩道-縁石段差、進入角度が有意な変数となった。また、全体の結果からみても、精度は 0.40 と比較的良好な精度となった。以上より、交差点前後を踏まえた上で振動レベルが上昇する原因として、速度の高い状態で歩道側 250cm 高さ、歩道側 0cm 角度を下るように走行することで運動エネルギーが上昇することが挙げられる。また、路面との衝突時の角度が車輪角度 (4.5°) よりも大きいことで衝突が発生し振動レベルが上昇する。そして、歩道-縁石、縁石-路肩、路肩-車道間の段差が大きいことでタイヤと衝突し振動レベルが上昇すると考えられる。

6. 交差点構造の算定例

次に、表-4 に示す快適性評価値モデルと交差点前後の合成変数モデルを用いて快適性を考慮した交差点の断面形状の算定例を示す。まず、実験対象の自歩道交差点の中でも快適性評価値が小さい交差点を図-9 に示す(対象交差点と呼ぶ)。その後、快適性評価値モデルの ZY 軸方向振動レベルに、表-6 と表-7 の合成変数モデルを代入して求めた断面形状を考慮した快適性評価値モデルを表-9 に作成した。快適性評価値モデルをもとに推定した結果、対象交差点における交差点前での快適性は 2.5 (普通~やや不快)、交差点後の快適性は 2 (やや不快) であることが分かった。この交差点に自転車道を設置し快適性を向上させ、自転車道での走行を快適と感じるような構造にするための逆算を、ここでは交差点前では「縁石角度」「縁石-路肩段差」、交差点後では「歩道-縁石段差」に注目して逆算を試行してみる。ここで、交差点部の段差には歩行者や自動車との交錯を避けるために速度を落とさせる役割もある。そこで、平均的な速度を維持しつつ快適な走行ができるような逆算と、速度を抑制した状態で快適な走行ができる 2 通りの逆算を行うことで、快適性と安全性の両面について考慮するものとする。表-4 の評価値モデルで速度を実験の平均値 12km/h (平均走行) と自転車の徐行の目安となる速度<sup>4)</sup> 8km/h (徐行走行) として、快適性評価値が 3 (普

表-7 断面形状と振動レベルの重回帰モデル (交差点後)

目的変数	ZY軸方向振動レベル(交差点後)			
	基本モデル		合成変数モデル	
説明変数	パラメータ	t値	パラメータ	t値
切片	80.066	38.22**	76.012	39.88**
仮想縁石角度(°)			1.073	7.58**
平均速度(km/h)	0.747	6.52**	0.829	7.95**
縁石角度(°)	-0.910	-5.72**		
縁石-路肩段差(cm)	-3.634	-3.70**		
路肩-車道段差(cm)	2.980	3.86**		
歩道-縁石段差(cm)	2.604	2.72*	2.971	3.62**
路肩角度(°)	0.906	2.44*		
進入角度(°)			0.289	3.88**
対向歩道側0cm角度(°)			1.304	5.94**
F値	21.0		37.6	
調整済みR <sup>2</sup> 値	0.27		0.40	
N	279		281	

\*\* : 1%有意 \* : 5%有意

表-8 合成変数の算出式

変数	算出式
衝突有無	<b>衝突有無の求め方</b> 衝突有無: if(衝突角度 > 車輪角度, 衝突角度 - 車輪角度, 0) のif関数 衝突角度 = 仮想縁石角度 + 路肩角度 仮想縁石角度 = Arctan((縁石の高さ成分 + 縁石-路肩段差) / 縁石の長さ成分)
歩道-縁石段差 路肩-車道段差	<b>歩道-縁石段差(路肩-車道段差)の求め方</b> 段差: if(仮想段差角度 > 車輪角度, 仮想段差角度 - 車輪角度, 0) のif関数 仮想段差角度 = Arctan(段差高さ / 自転車の接地面(5cm))
進入角度	<b>進入角度の求め方</b> 進入角度 = 仮想角度 - 車輪角度(4.5度) 仮想角度 = Arctan((路肩-車道段差 + 路肩の5cm高さ成分) / 自転車の落下地点(5cm)) 路肩の5cm高さ成分 = tan(路肩角度) × 落下地点(5cm)
対向歩道側0cm 角度	<b>対向歩道側0cm角度の求め方</b> 交差点前側の歩道側0cm角度を利用

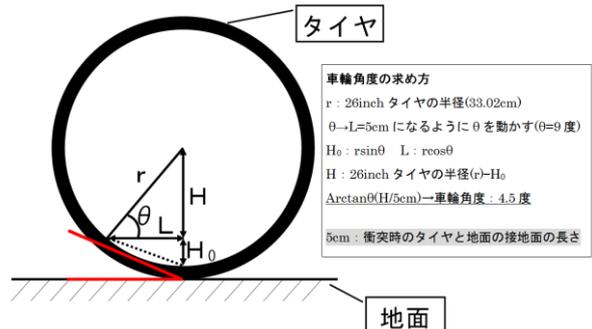


図-8 車輪角度の算出方法

表-9 対象交差点の断面形状と逆算条件

逆算対象の交差点の断面形状		
変数	数値	逆算条件
歩道側250cm高さ(cm)	23.1	固定
歩道側0cm角度(°)	12.7	※歩道-縁石段差が0になったため変動
歩道-縁石段差(cm)	0.9	← 交差点後モデルで0.1ずつ変動
路肩-車道段差(cm)	-1.8	← 交差点前モデルで0.1ずつ変動
縁石角度(°)	2.6	
路肩角度(°)	-1.5	固定
縁石-路肩段差(cm)	0.2	固定
平均速度(km/h)	12	12km/hと8km/hでそれぞれ逆算
断面形状を考慮した交差点前の快適性評価値モデル		
快適性評価値 =		
-0.0887 × 衝突有無	-0.293 × 歩道側250cm高さ	-0.0391 × 歩道-縁石段差
-0.0318 × 路肩-車道段差 -0.00823 × 平均速度 +9.55(切片)		
断面形状を考慮した交差点後の快適性評価値モデル		
快適性評価値 =		
-1.0805 × 仮想縁石角度	-0.0161 × 平均速度	-0.212 × 歩道-縁石段差
-0.0206 × 進入角度 -0.0928 × 対向歩道側cm角度 +9.61(切片)		

通) になる振動レベルを求めた結果、平均走行では、交差点前の振動レベルは 100.5dB、交差点後の振動レベルは 100dB となった。徐行速度では、交差点前の振動レベ

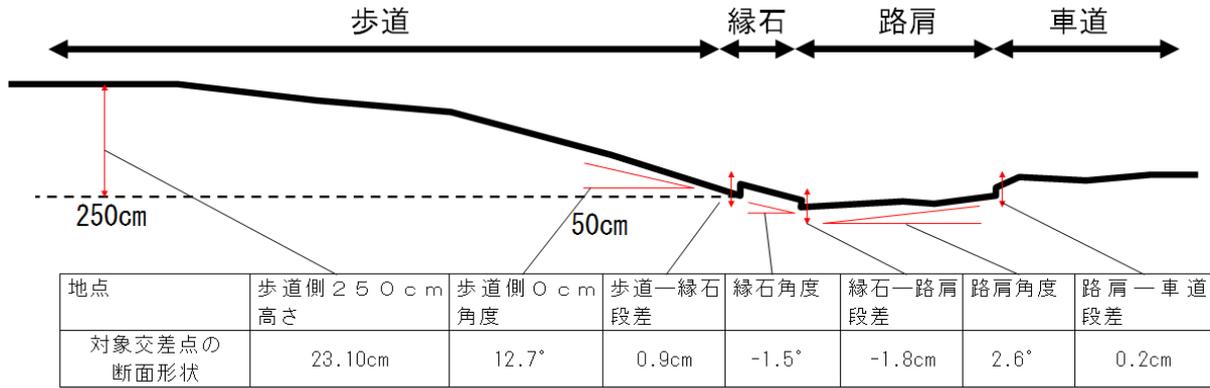


図-9 対象交差点の断面形状

ルは 98.6dB、交差点後の振動レベルは 97.5dB となった。その後、表-9 の逆算条件に示すような設定で変数を動かかし、交差点前の逆算を行う。そして、逆算の結果を交差点後のモデルに当てはめた上で、歩道-縁石段差の値を動かして振動レベルが閾値を下回る値を検討する。しかし、歩道-縁石段差が 0cm の時でも、振動レベルの閾値が下回らなかったため、歩道-縁石段差を 0cm に固定した状態で、再度歩道側 0cm 角度の値を動かして逆算を行う。逆算の結果、平均走行の場合は、縁石角度が 0.2 度、縁石-路肩段差が 0.5 cm、歩道-縁石段差が 0 cm、歩道側 0cm 角度が 8.9 度の時に交差点前後で快適性評価値が 3 (普通) となることが分かった。徐行走行の場合は、縁石角度が 0.3 度、縁石-路肩段差が 0.6 cm、歩道-縁石段差が 0 cm、歩道側 0cm 角度が 9.2 度の時に交差点前後で快適性評価値が 3 (普通) となることが分かった。

## 7. まとめ

本研究では、自歩道を改良した自転車道の交差点部における段差通過に関する自転車の走行実験を行い、被験者の快適性評価値と各軸の振動レベルの関連性を分析した結果、快適性評価値と鉛直方向 (Z 軸)、進行方向 (Y 軸) の振動に相関性を確認できた。そして、鉛直方

向 (Z 軸) と進行方向 (Y 軸) を合成した ZY 軸方向振動レベルを目的変数とし、交差点の縦断面構造を基に作成した合成変数を用いて重回帰分析を行った結果、振動レベルに影響を与える交差点構造として、衝突有無、歩道側 250cm 角度、走行速度、歩道-縁石段差、路肩-車道間段差、対向歩道側 0cm 角度、進入角度が関係していることを明らかにした。最後に、本重回帰モデルを用いた算定例から、自転車走行の快適性を考慮した交差点構造を求めることができた。

今後の課題として、逆算の条件を見直し、逆算で求めた変数の再現性を検討する必要がある。

## 参考文献

- 1) 国土交通省：政策レビュー結果 (評価書), <https://www.mlit.go.jp/common/001085121.pdf>
- 2) 名古屋市：名古屋市自転車利用環境基本計画, <http://www.city.nagoya.jp/ryokuseidoboku/cmsfiles/contents/000014/1414140/zenbun.pdf>, 2011,12
- 3) 日本規格協会：JIS ハンドブック 37-2 (労働安全・衛生), pp.288-296
- 4) 国土交通省：自転車等に関する法令等の規定, 都市計画部会第 6 回都市交通・市街地整備小委員会議事要旨, 参考資料 1

(? 受付)

## Comfort Level Analysis on Uneven Shapes of Intersection to Promote Utilization of the Bicycle Track Improved on Wide Pedestrian Walk Way

Takuya OOSAKI, Fujita MOTOHIRO

In this study, we conducted a test of bicycle run to survey the comfort levels, speeds, and vibration levels on intersectional uneven shape at between pedestrian walkway and street. According to the result of the analysis, it was found that the larger the vibration levels of vertical and horizontal directions decrease, the more comfort levels improve. Moreover we surveyed height and angle on vertical cross-section of uneven shape on pedestrian walkway and street. And, we developed the regression models to explain the relationship between vibration levels and the variables for vertical cross-section of uneven shape including synthetic variables. In conclusion, it can be revealed that comfort levels improve by reducing uneven height and angles between pedestrian walkway and street within the several values estimated by the models.