

ラウンドアバウトの実現交通量に関する分析

神戸 信人¹・尾高 慎二²・中村 英樹³・森田 綽之⁴

¹正会員 株式会社オリエンタルコンサルタンツ 関西支店
(〒530-0005 大阪府大阪市北区中之島3-2-18)

E-mail:kanbe@oriconsul.com

²正会員 株式会社オリエンタルコンサルタンツ 関西支店
(〒530-0005 大阪府大阪市北区中之島3-2-18)

E-mail:odaka@oriconsul.com

³フェロー会員 名古屋大学大学院教授 環境学研究科 都市環境学専攻
(〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町C1-2(651))

E-mail:nakamura@genv.nagoya-u.ac.jp

⁴フェロー会員 日本大学客員教授 理工学部 交通システム学科
(〒274-0063 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

E-mail:hi-morita@trpt.cst.nihon-u.ac.jp

近年、我が国においては、地域の自発的な取り組みなどによりラウンドアバウトの社会実験や導入の事例が増えている。このような状況において、平成25年6月に道路交通法の一部を改正する法律が成立し、ラウンドアバウトが環状交差点として法的に位置付けられた。しかしながら、ラウンドアバウトを導入するにあたっては、我が国のラウンドアバウトの導入事例は少ないため、自動車や横断歩行者・自転車の交通状況の実績値を踏まえた判断基準は明確になっていないのが現状である。

本研究では、ラウンドアバウト制御に近い既存円形交差点やラウンドアバウト社会実験で得られた自動車OD交通量、横断歩行者・自転車交通量から実現交通量に関する特性を分析し、我が国のラウンドアバウトを導入する上での交通容量条件に関する一考察を行うものである。

KeyWords: roundabout, kanjyointersection

1. はじめに

(1) 交通容量に関する我が国の既往研究

ラウンドアバウトの導入にあつての交通条件の判断基準として、交通容量条件がある。これに関して、ラウンドアバウトの計画・設計ガイド(案)¹⁾(以下、ガイドライン)には、流出入部、環道とも1車線の4枝の標準的なラウンドアバウトの交通容量条件に関する目安値として、以下が記載されている。

- ・ピーク時の1流入部あたりの流入交通量が600~800台/時程度以下である。
- ・計画交通量の総流入交通量が15,000~20,000台/日を下回る。
- ・ただし、ラウンドアバウトの交通容量は、右左折率によっても変化するため、1流入部の右折率が極端に高いなど、流入部ごとに交通条件が大きく異なる場合には、上記の値よりも交通容量が低下する場合がある。

また、ガイドラインには、各流入部の交通容量を理論的に算出して評価できるように、ドイツのガイドライン

²⁾で用いられている流入車両のギャップアクセプタンス確率に基づき交通容量を推定する式(1)が記載されている。

$$c_i = \frac{3600}{t_f} (1 - \tau \cdot Q_{ci}) \cdot \exp \left\{ -\frac{Q_{ci}}{3600} \cdot \left(t_c - \frac{t_f}{2} - \tau \right) \right\} \cdots \cdots (1)$$

ここに、 c_i :流入部*i*の交通容量[台/時]、 Q_{ci} :流入部*i*正面上流断面の環道交通量[台/時]、 t_c :臨界流入ギャップ[秒]、 t_f :流入車両の追従車頭時間[秒]、 τ :環道交通流の最小車頭時間[秒]である。

ただし、式(1)では横断歩行者・自転車の影響が考慮されていない。しかしながら、我が国のラウンドアバウトの導入事例から、今後は軽井沢町六本辻交差点のように横断歩行者が多い交差点へのラウンドアバウトの導入も考えられることから、横断歩行者の影響を考慮した交通容量の推定式の重要が高まっている。

このような状況から、康ら³⁾の研究よって、4枝の標準ラウンドアバウトの流入交通容量に横断歩行者が及ぼす影響をシミュレーションにより検証し、横断歩行者の影響を考慮した流入交通容量のモデル化を行い、式(2)

～(5)が提案された。

$$c = A \exp(-Bq_{cir}) - Cq_{cir} \exp(-Bq_{cir}) \quad \dots\dots(2)$$

$$A = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \alpha_3 x_3 \quad \dots\dots(3)$$

$$B = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 \quad \dots\dots(4)$$

$$C = \gamma_0 + \gamma_1 x_1 + \gamma_2 x_2 + \gamma_3 x_3 \quad \dots\dots(5)$$

ここに、 x_1 ：対象流入部の横断歩行者交通量 [ped/h]、 x_2 ：対象流入以外の各流入部の横断歩行者交通量 [ped/h]、 x_3 ：対象流入部のNear-side率であり、 $\alpha_0 \sim \alpha_3$ 、 $\beta_0 \sim \beta_3$ 、 $\gamma_0 \sim \gamma_3$ はパラメータである。

(2) 本研究の目的

我が国におけるラウンドアバウトの導入については、ラウンドアバウトの導入事例が少ないため、前述した既往研究による目安値や推定式で算定した交通容量による検証などを行い判断しているのが現状である。一方で、平成25年6月に道路交通法の一部を改正する法律が成立し、ラウンドアバウトが環状交差点として法的に位置付けられ、今後、より一層ラウンドアバウトの導入が検討されると考えられる。このため、我が国のラウンドアバウトの実績交通量を基にしてラウンドアバウトの導入を判断する交通容量条件の明確化が望まれている。

本研究では、ラウンドアバウトに関する既往の調査・研究で実施された交通量調査で取得された自動車OD交通量、横断歩行者・自転車交通量のデータを元に、流入交通量と環道交通量、横断歩行者・自転車交通量と流入交通量、総流入交通量と需要率などの関係からラウンドアバウトの実現交通量の特性を分析し、ラウンドアバウト導入を判断する交通容量条件に関する一考察を行うものである。

2. 分析データの概要

(1) 分析対象箇所

今回の分析対象とした交差点は、表-1、図-1.1～図-1.9のとおりであり、7箇所はラウンドアバウト制御に近い既存円形交差点⁴⁾、2箇所はラウンドアバウト社会実験の実験箇所⁵⁾⁶⁾である。

表-1 分析対象箇所一覧

No.	箇所名	区分
1	常陸多賀 茨城県日立市多賀町	ラウンドアバウト 制御に近い既存 円形交差点
2	稲毛 千葉県千葉市稲毛区	
3	鷺沼 神奈川県川崎市宮前区鷺沼	
4	藤岡 愛知県豊田市藤岡	
5	八木 京都府南丹市八木町	
6	大美野 大阪府堺市東区大美野	
7	串木野 鹿児島県いちき串木野市旭町	
8	軽井沢 長野県北佐久郡軽井沢町六本辻交差点	ラウンドアバウト
9	守山 滋賀県守山市立田町交差点	社会実験

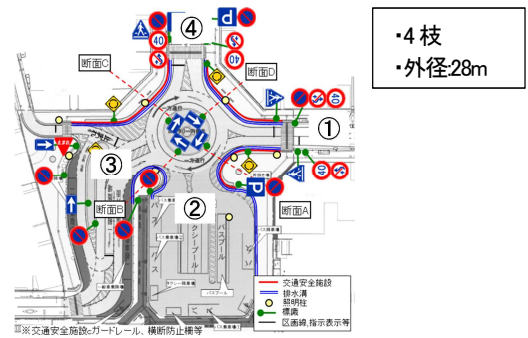


図-1.1 NO.1 茨城県日立市多賀町

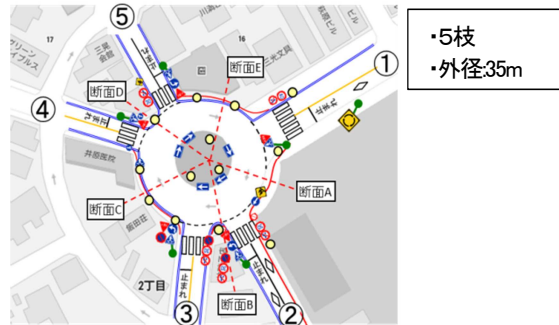


図-1.2 NO.2 千葉県千葉市稲毛区

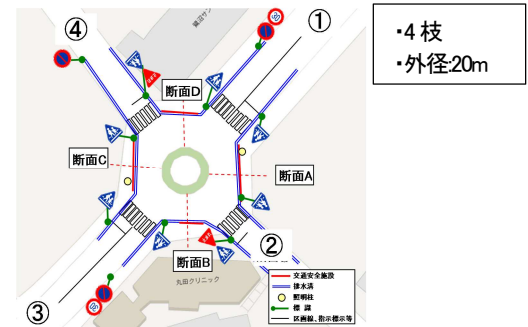


図-1.3 NO.3 神奈川県川崎市宮前区鷺沼

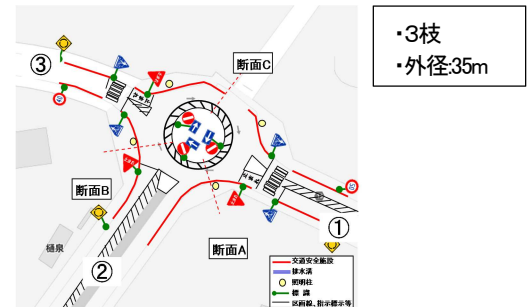


図-1.4 NO.4 愛知県豊田市藤岡

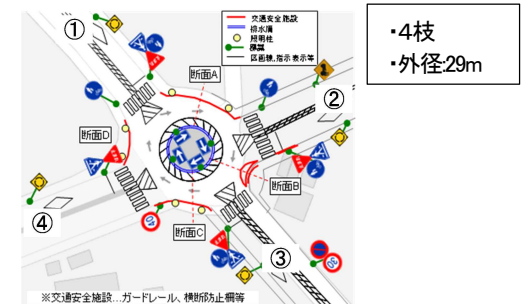


図-1.5 NO.5 京都府南丹市八木町

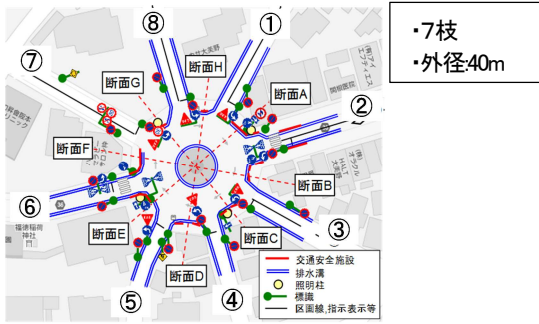


図-1.6 NO.6 大阪府堺市東区大美野

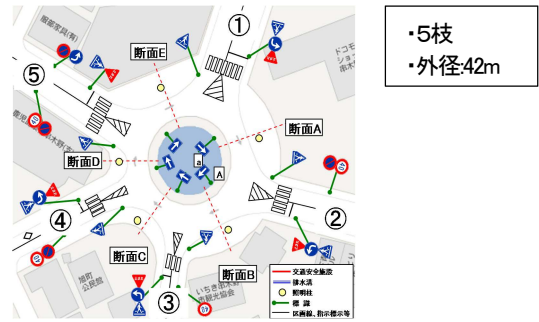


図-1.7 NO.7 鹿児島県いちき串木野市旭町

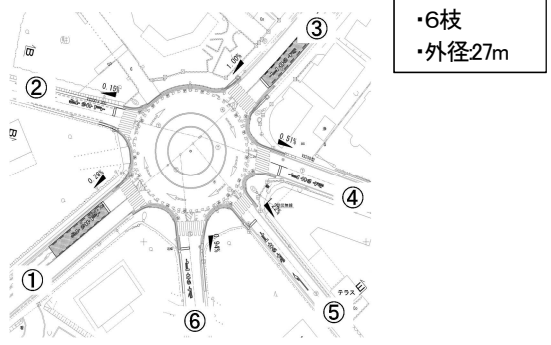


図-1.8 NO.8 長野県北佐久郡軽井沢町六本辻交差点

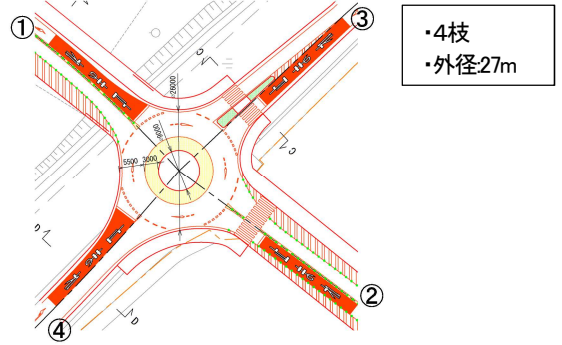


図-1.9 NO.9 滋賀県守山市立田町交差点

(2) 分析対象時間

表-2は、分析対象時間を整理したものである。なお、No.8の長野県北佐久郡軽井沢町六本辻交差点のH25年5月ゴールデンウィーク、8月お盆シーズン、10月紅葉シーズンの分析対象時間は、主道路（図-1.8の①，③方向）において当該交差点を先頭とした渋滞が発生した時間となる。

表-2 分析対象時間

No.	箇所名	日時	流入部	分析対象時間			
				最大流入交通量	最大歩行者・自転車	最大総流入時間交通量	
1	常陸多賀	2012年10月17日 (水)	①	7:00-8:00	7:00-8:00	7:00-8:00	
			②	8:00-9:00	7:00-8:00		
			③	7:00-8:00	7:00-8:00		
			④	7:00-8:00	7:00-8:00		
2	稲毛	2012年10月24日 (水)	①	8:00-9:00	7:00-8:00	8:00-9:00	
			②	8:00-9:00	7:00-8:00		
			③	8:00-9:00	7:00-8:00		
			④	8:00-9:00	7:00-8:00		
			⑤	8:00-9:00	7:00-8:00		
3	鷺沼	2012年10月22日 (月)	①	8:00-9:00	8:00-9:00	7:00-8:00	
			②	7:00-8:00	7:00-8:00		
			③	7:00-8:00	8:00-9:00		
			④	7:00-8:00	8:00-9:00		
4	藤岡	2012年10月25日 (木)	①	7:00-8:00	7:00-8:00	7:00-8:00	
			②	7:00-8:00	7:00-8:00		
			③	7:00-8:00	7:00-8:00		
5	八木	2012年10月22日 (月)	①	8:00-9:00	8:00-9:00	8:00-9:00	
			②	8:00-9:00	7:00-8:00		
			③	8:00-9:00	7:00-8:00		
			④	8:00-9:00	7:00-8:00		
6	大美野	2012年10月30日 (火)	①	8:00-9:00	8:00-9:00	7:00-8:00	
			②	7:00-8:00	8:00-9:00		
			③	7:00-8:00	8:00-9:00		
			④	7:00-8:00	8:00-9:00		
			⑤	7:00-8:00	8:00-9:00		
			⑥	7:00-8:00	8:00-9:00		
			⑦	8:00-9:00	7:00-8:00		
			⑧	8:00-9:00	8:00-9:00		
7	串木野	2012年10月29日 (月)	①	8:00-9:00	7:00-8:00	8:00-9:00	
			②	8:00-9:00	7:00-8:00		
			③	8:00-9:00	7:00-8:00		
			④	8:00-9:00	7:00-8:00		
			⑤	8:00-9:00	8:00-9:00		
8	2012年11月24日 (土・祝)	2012年12月23日 (日・祝)	①	15:00-16:00	-	15:00-16:00	
			②	15:00-16:00			
			③	15:00-16:00			
			④	15:00-16:00			
			⑤	15:00-16:00			
			⑥	15:00-16:00			
	2013年5月3日 (金・祝)	2013年5月4日 (土・祝)	2013年5月5日 (日・祝)	①	14:00-15:00	-	14:00-15:00
				②	14:00-15:00		
				③	14:00-15:00		
				④	14:00-15:00		
				⑤	14:00-15:00		
				⑥	14:00-15:00		
2013年5月3日 (金・祝)	2013年5月4日 (土・祝)	2013年5月5日 (日・祝)	①	14:40-15:40	13:15-14:15	15:20-16:20	
			②	9:55-10:55			12:25-13:25
			③	15:50-16:50			13:15-14:15
			④	15:35-16:35			14:40-15:40
			⑤	15:50-16:50			15:20-16:20
			⑥	15:50-16:50			12:55-13:55
2013年5月4日 (土・祝)	2013年5月5日 (日・祝)	2013年8月12日 (月)	①	10:20-11:20	13:30-14:30	16:10-17:10	
			②	16:00-17:00			13:00-14:00
			③	16:00-17:00			11:25-12:25
			④	16:00-17:00			12:45-13:45
			⑤	14:15-15:15			13:10-14:10
			⑥	15:55-16:55			12:25-13:25
2013年8月12日 (月)	2013年8月13日 (火)	2013年8月14日 (水)	①	10:05-11:05	11:45-12:45	14:10-15:10	
			②	15:05-16:05			11:15-12:15
			③	15:00-16:00			12:50-13:50
			④	14:05-15:05			14:40-15:40
			⑤	14:45-15:45			14:00-15:00
			⑥	13:55-14:55			14:45-15:45
2013年8月12日 (月)	2013年8月13日 (火)	2013年8月14日 (水)	①	8:50-9:50	11:00-12:00	14:45-15:45	
			②	13:10-14:10			15:10-16:10
			③	13:50-14:50			15:30-16:30
			④	15:15-16:15			14:40-15:40
			⑤	14:10-15:10			16:00-17:00
			⑥	12:10-13:10			16:00-17:00
2013年8月13日 (火)	2013年8月14日 (水)	2013年8月15日 (木)	①	11:00-12:00	8:55-9:55	15:10-16:10	
			②	15:10-16:10			11:30-12:30
			③	15:30-16:30			15:10-16:10
			④	14:40-15:40			15:05-16:05
			⑤	16:00-17:00			14:05-15:05
			⑥	16:00-17:00			15:10-16:10
2013年8月14日 (水)	2013年8月15日 (木)	2013年10月13日 (日・祝)	①	8:55-9:55	11:10-12:10	16:00-17:00	
			②	11:30-12:30			15:35-16:35
			③	15:10-16:10			16:00-17:00
			④	15:05-16:05			16:00-17:00
			⑤	14:05-15:05			14:40-15:40
			⑥	15:10-16:10			15:55-16:55
2013年10月13日 (日・祝)	2014年1月23日 (水)	2014年3月4日 (水)	①	10:40-11:40	11:30-12:30	14:35-15:35	
			②	14:20-15:20			15:05-16:05
			③	15:55-16:55			14:15-15:15
			④	15:40-16:40			14:30-15:30
			⑤	13:35-14:35			15:10-16:10
			⑥	15:55-16:55			16:00-17:00
9	守山	2014年1月23日 (水)	①	7:40-8:40	7:40-8:40	7:40-8:40	
			②	7:40-8:40			
			③	7:40-8:40			
			④	7:40-8:40			
2014年3月4日 (水)	2014年3月4日 (水)	2014年3月4日 (水)	①	7:40-8:40	7:40-8:40	7:40-8:40	
			②	7:40-8:40			
			③	7:40-8:40			
			④	7:40-8:40			



撮影：2013. 5. 4

図-2 軽井沢町六本辻交差点の渋滞発生状況

3. 実現交通量に関する分析

(1) 最大流入時間交通量に着目した交通特性

a) 最大流入交通量と正面の環道交通量の関係

図-3.1は、各流入部の最大流入交通量と各流入部の正面の環道交通量の関係を示したものである。なお、各流入部の最大流入交通量とは各流入部において実現した最大流入時間交通量であり、正面の環道交通量とは対象流入部の正面地点からみて、直近上流断面における環道の時間交通量のことである。同図より、以下のことが読み取れる。

- ・各箇所とも、最大流入交通量が少なくなるに従い、正面の環道交通量は多くなる。
- ・最大流入交通量の最大値は600~700台/時で、この時の正面の環道交通量は概ね100台/時以下となった。
- ・この最大流入交通量600~700台/時は、軽井沢の渋滞発生時間帯に出現したことを踏まえると、最大流入交通量600~700台/時は容量状態に近い値と考えられ、ガイドラインでの容量条件である「ピーク時の1流入部あたりの流入交通量が600~800台/時程度以下」と概ね一致していると考ええる。

b) 最大流入交通量と総流入交通量の関係

図-3.2、図-3.3は、それぞれ各流入部の最大流入交通量と総流入時間交通量、各流入部の最大流入交通量と総流入日交通量の関係を示したものである。総流入日交通量は、H17年道路交通センサスによる一般道路の一般的なピーク率（平日7.5、休日7.8）により算出した。これらの図より、以下のことが読み取れる。

- ・最大流入交通量の最大値は600~700台/時で、この時の総流入時間交通量は1,000~1,200台/時程度、総流入日交通量は13,000~15,000台/日程度であった。
- ・また、実現した総流入時間交通量と総流入日交通量の最大値は、それぞれ1,500台/時程度、20,000台/日程度となった。

- ・総流入日交通量15,000~20,000台/日程度については、軽井沢の渋滞発生時間帯に出現したことを踏まえると、ガイドラインの容量条件である「計画交通量の総流入交通量が15,000~20,000台/日を下回る」と概ね一致していると考ええる。

(2) 最大総流入交通量に着目した交通特性

図-4.1、図-4.2は、それぞれ最大総流入時間交通量と流入交通量の関係、最大総流入日交通量と流入交通量の関係を示したものである。最大総流入日交通量とは、実現した最大総流入時間交通量にピーク率（平日7.5、休日7.8）を用いて算定した値である。

総流入時間交通量と総流入日交通量の最大値は、それぞれ1,500台/時程度、総流入日交通量の最大値が20,000台/日程度で、この時の流入交通量の最大値はともに600台/時程度になった。これらの最大値は、軽井沢の渋滞発生時間帯に出現したことを考慮すると、総流入日交通量の最大値が20,000台/日程度と流入交通量の最大値600台/時程度は、ガイドラインでの容量条件である「計画交通量の総流入交通量が15,000~20,000台/日を下回る」、「ピーク時の1流入部あたりの流入交通量が600~800台/時程度以下」と概ね一致していると考ええる。

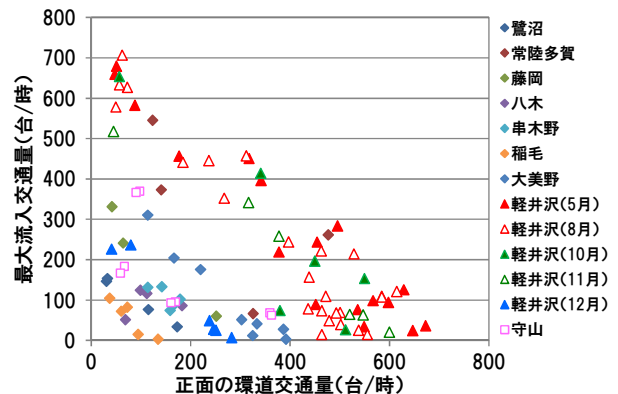


図-3.1 最大流入交通量と正面の環道交通量の関係

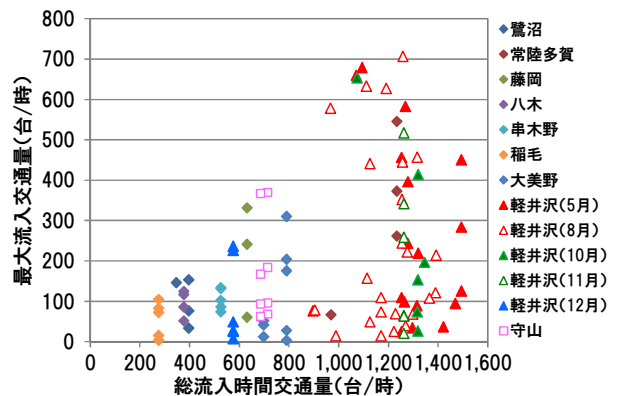


図-3.2 最大流入交通量と総流入時間交通量の関係

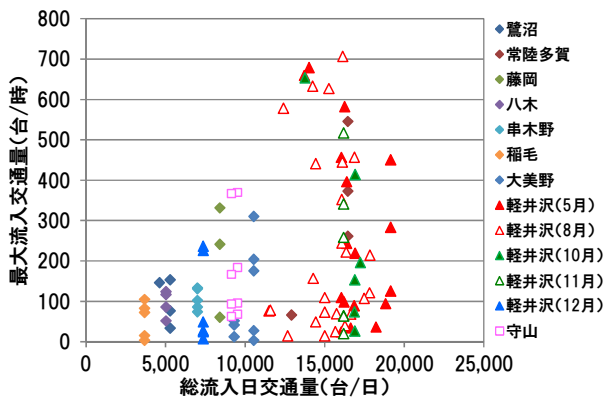


図-3.1 最大流入交通量と総流入日交通量の関係

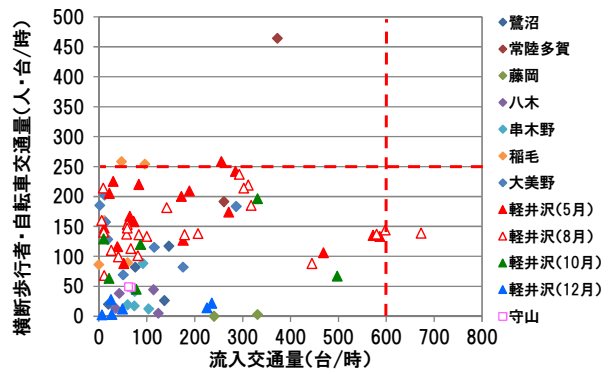


図-5.1 横断歩行者・自転車交通量と流入交通量の関係

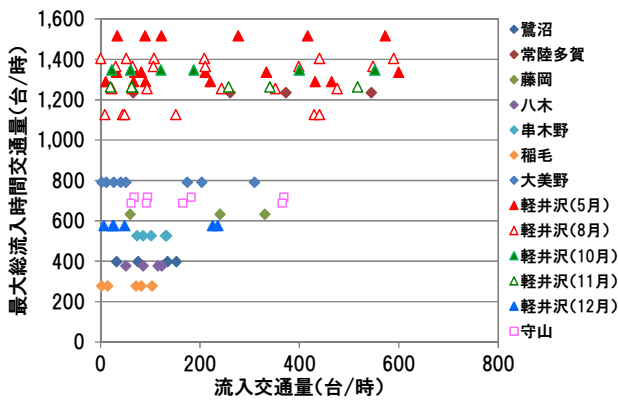


図-4.1 最大総流入時間交通量と流入交通量の関係

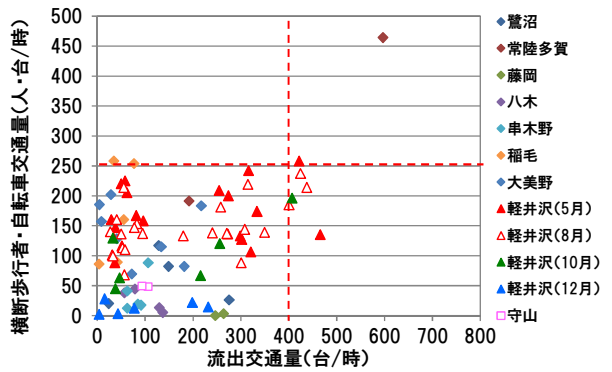


図-5.2 横断歩行者・自転車交通量と流出交通量の関係

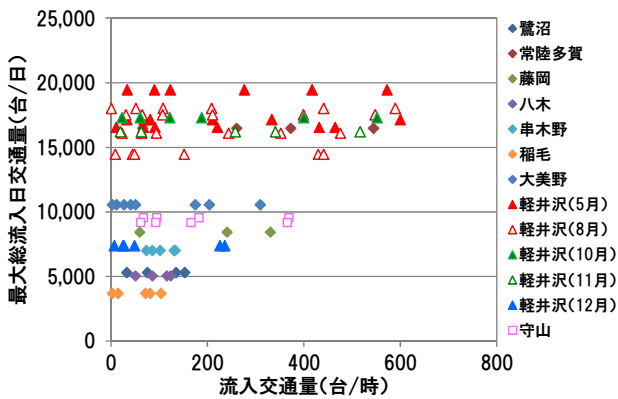


図-4.2 最大総流入日時間交通量と流入交通量の関係

(3)横断歩行者・自転車に着目した交通特性

図-5.1, 図-5.2は, それぞれ横断歩行者・自転車交通量と流入交通量, 横断歩行者・自転車交通量と流出交通量の関係を示したものである。これらの図より, 以下のことが読み取れる。

- ・常陸多賀を除くと, 実現した横断歩行者・自転車交通量の最大値は約250人・台/時程度となった。ただし, この最大値が実現する時の流入交通量, 流出交通量はそれぞれ300台/時程度以下, 400台/時程度以下であり, 流入交通量が比較的少ない状況での値であると考えられる。

- ・逆に, 流入交通量が600~700台/時 (容量に近い値) と多い場合は, 横断歩行者・自転車交通量は100~150人・台/時程度となった。

(4)理論交通容量との関係

ここでは, ガイドラインでの交通容量の推定式から各流入部の交通容量を算定し, 最大流入交通量, 総流入日交通量と需要率の関係分析した。需要率とは, 各流入部において流入交通量を流入部交通容量で除した値である。

図-6.1, 図-6.2は, 最大流入交通量と需要率の関係, 総流入日交通量と需要率の関係を示したものである。また, 図-6.3は, 流入交通量・交通容量と環道交通量の関係を示したものである。これらの図より, 以下のことが読み取れる。

- ・図-6.1により最大流入交通量と需要率の関係をみると, 最大流入交通量700台/時の時の需要率は0.60となった。図-6.3の流入交通量・交通容量と環道交通量の関係図のプロット状況からも, ガイドラインによる流入交通容量に比べ, 流入時間交通量はかなり小さい値となっていることが分かる。
- ・図-6.3の流入交通量は軽井沢での渋滞発生時間に出現した値であるため, 渋滞発生時の捌け台数と考えられ, 本来なら, 交通容量と同程度の交通量となり需要率は1.0に近い値とならないといけない。

- ・このことから、ガイドラインの交通容量の推定式から算定した交通容量は、横断歩行者・自転車の影響を考慮していないなどから、実際の交通容量より大きくなると想定される。
- ・今後は、康ら³⁾の研究によってモデル化された横断歩行者の影響を考慮した交通容量の推定式を用いて、流入交通容量と環道交通容量の関係などから検証を行っていく予定である。

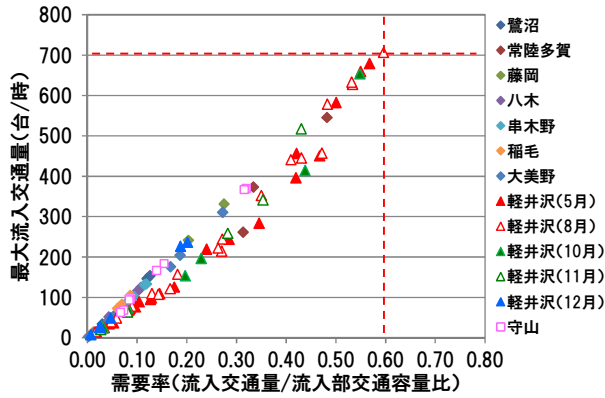


図-6.1 最大流入交通量と需要率の関係

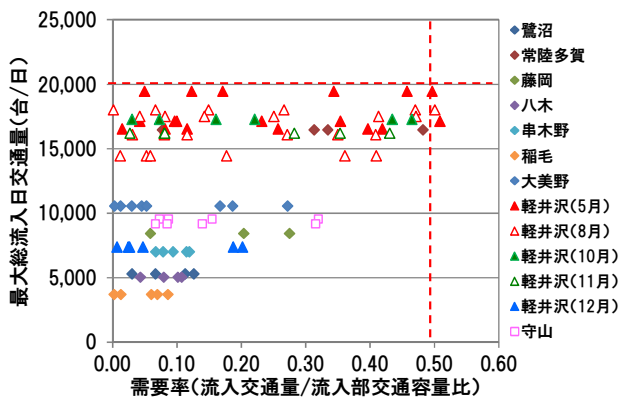


図-6.2 総流入日交通量と需要率の関係

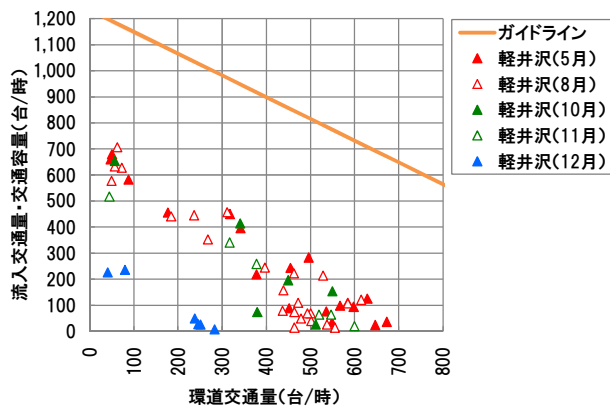


図-6.3 ガイドラインによる交通容量と実績値の関係（軽井沢）

4. おわりに

本稿では、既往の調査・研究によりラウンドアバウト制御に近い既存円形交差点、ラウンドアバウト社会実験

で取得された自動車OD交通量、横断歩行者・自転車交通量を基に、ラウンドアバウトの実現交通量に関する交通特性を分析した。

分析の結果、実現交通量の最大値は流入交通量が600～700台/時程度、総流入時間交通量が1,500台/時程度、総流入日交通量の換算値が20,000台/日となった。これらの交通量は軽井沢の観光シーズンの渋滞発生時に出現した交通量であることから、実現交通量の最大値に近い値と考えられ、ガイドラインに記載されている容量条件の目安値である「ピーク時の1流入部あたりの流入交通量が600～800台/時程度以下」、「計画交通量の総流入交通量が15,000～20,000台/日を下回る」と概ね一致していると考えられる。横断歩行者・自転車交通量については、流入交通量、流出交通量はそれぞれ300台/時程度以下、400台/時程度以下の時に実現最大横断歩行者・自転車交通量が約250人・台/時となり、流入交通量が少ない時には、横断歩行者・自転車は250人・台/時程度は利用することが分かった。また、ガイドラインの交通容量の推定式で算定した交通容量は、軽井沢の渋滞発生時の流入交通量に比べ大きくなることから、実際の交通容量に比べガイドラインの理論交通容量は大きくなると考えられる。

本分析は、ある特定箇所の既往の調査結果を基にマクロ的な分析した結果にすぎず、ラウンドアバウトの導入に関する交通条件として一般性を有しているとは言い難い。今後は、ラウンドアバウトの多くの導入事例を基にするとともに、より詳細に分析を行い、ラウンドアバウトの導入に関する明確な交通条件を提示して行くことが必要である。

謝辞：本研究の分析にあたっては、警察庁をはじめとした関係機関より自動車交通量、横断歩行者・自転車交通量のデータを提供頂きました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) (社)交通工学研究会：ラウンドアバウトの計画・設計ガイド(案)Ver.1.1，2009。
- 2) Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV):Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren 2006。
- 3) 康 楠・中村 英樹：横断歩行者を考慮したラウンドアバウト流入交通容量のシミュレーション分析, IATSS Review [最新号] Vol.39,No.1 日本における安全でエコなラウンドアバウトの実用展開
- 4) 国土交通省国土技術政策総合研究所：ラウンドアバウトの設計手法に関する調査分析業務 平成25年3月
- 5) 国土交通省長野国道事務所：H25管内道路調査業務 平成26年3月
- 6) 滋賀県守山市：郊外4枝交差点の事故防止を目的とした守山市ラウンドアバウト社会実験業務 平成26年3月

(2014.8.1 受付)