

ラウンドアバウトにおける交通容量の評価

今田 勝昭¹・小林 寛²・上野 朋弥³・高宮 進³

¹非会員 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（〒305-0804 茨城県つくば市旭1）
E-mail: imada-k2g4@nilim.go.jp

²正会員 国土交通省中国地方整備局松江国道事務所（〒690-0017 島根県松江市西津田2丁目6-28）

³正会員 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（〒305-0804 茨城県つくば市旭1）

信号交差点については、交通量が多い場合であっても、信号制御により一定程度の交通処理が可能である。一方で、ラウンドアバウトについては、環道を走行する車両が増加した場合、環道交通流に優先権があることから、環道に流入する車両が流入困難となる状況が出現し、流入部において車両の滞留が生じる可能性が発生する。また、ラウンドアバウトにおける歩行者や自転車は、自動車との交錯を生じさせることから、自動車の交通処理を妨げる重要な要素と考えられる。ラウンドアバウトを適用するにあたっては、このような状況を踏まえた交通容量の評価が不可欠となる。

そこで、本研究では、交通流シミュレーションを活用し、ラウンドアバウトにおける様々な交通を再現し、ラウンドアバウトにおける自動車の交通容量及びそれに歩行者や自転車が与える影響を評価した。

Key Words : roundabout, traffic capacity, traffic flow simulation, the effects of pedestrian and bicycle

1. はじめに

道路の平面交差として、我が国に数多く存在する交差点は、出会い頭の事故や右折車対直進車の事故等、一旦交通事故が発生すれば死傷事故に至る可能性が高く、未だ安全性に問題を抱えるケースがある。また、交通量が少ない信号交差点においては、交差車両がない中での無駄な信号待ちをする車両の存在など、一部において円滑性に支障を来している状況も見られる。これらの課題に対し、欧米諸国ではラウンドアバウトの導入が積極的に進められている。

我が国においては、平成26年8月、国土交通省により、ラウンドアバウトを計画及び設計するにあたっての適用条件と留意事項をまとめた通知「望ましいラウンドアバウトの構造」¹⁾（以下、「通知」という。）が示された。また、平成26年9月から、道路交通法に基づいた環状交差点の運用が開始されている。このように、ラウンドアバウトに関する取組みは、一層高まっている状況にある。

ラウンドアバウトについては、環道交通流に優先権があることから、環道を走行する車両が増加した場合、環道に流入する車両が流入困難となる状況が出現し、流入部において車両の滞留が生じる可能性がある（図-1）。また、ラウンドアバウトにおける歩行者や自転車は、自動車との交錯を生じさせることから、自動車の交通処理を妨げる重要な要素と考えられる。道路管理者が、ラウ

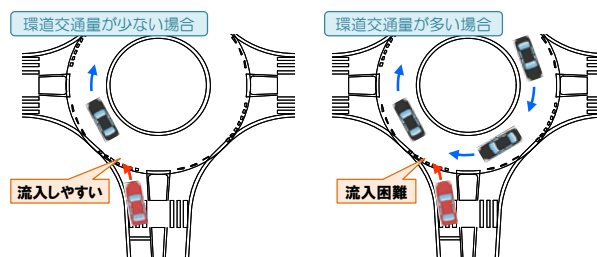


図-1 ラウンドアバウトにおける交通処理のイメージ

ンドアバウトを適用するにあたっては、このような状況を踏まえた交通容量の目安が必要となる。

本稿では、交通流シミュレーション（以下、「シミュレーション」という。）を活用し、ラウンドアバウトにおける交通を再現し、交通容量を検証した。具体には、道路管理者が、対象道路の計画交通量や実測交通量からラウンドアバウトの適否が簡便に判断できるような概ねの目安を把握することを目的に、一旦歩行者や自転車を考慮せずに、交通量等の交通条件が厳しい場合の自動車の交通容量を検証した。さらに、歩行者や自転車が自動車の交通容量に与える影響を検証した。

2. 計算条件

シミュレーションに用いた計算条件と交通容量の評価方法について、以下に示す。

(1) 幾何構造とシミュレーションソフト

シミュレーションで用いる幾何構造として、道路の区分を第3種第2級又は第4種第2級と想定し、図-2に示す4枝のラウンドアバウトを設定した。

シミュレーションソフトについては、ラウンドアバウトに関わる基本的な交通挙動の再現が可能なVISSIM（ドイツPTV社）を用いた。

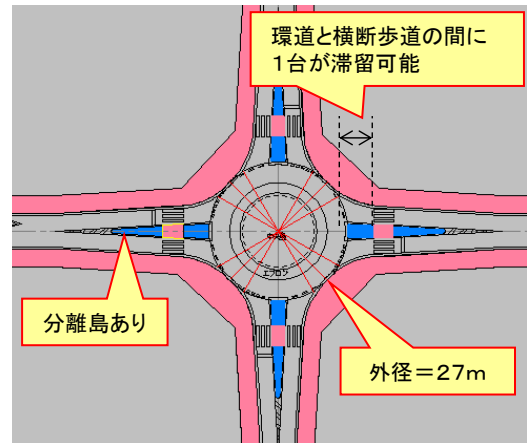


図-2 シミュレーションに用いたラウンドアバウト

(2) 交通量

シミュレーションに入力する自動車の交通量については、総流入交通量、主従比率（十字交差点の主・従道路の合計の交通量に対する主道路の交通量の割合）、重方向率（道路の往復合計の交通量に対する上り、下りの交通量のうち大きいものの交通量の割合）、右左折率について、以降のa)、b)のケース毎で、個別に設定し、4枝に交通量を分散させた。自転車と歩行者に関する交通量については、b)に述べる。自動車、自転車、歩行者の発生タイミングについては、乱数を用いて決定した。なお、自動車は、走行する車種（大型車や乗用車）により交通挙動が異なると考えられるが、乗用車のみが走行するものとした。

a) 歩行者や自転車を考慮しない交通条件が厳しい場合

総流入交通量を400～2000台/時（100台/時毎）とした。実際の交差点の交通状況として想定される値として、主従比率50～100%（10%毎）、重方向率50～70%（10%毎）を設定し、最も交通容量が小さくなる主従比率及び重方向率の検証も合わせて実施した。右左折率については、図-1から、流入部における環道交通量が多い方が流入交通量が小さくなるのが想定できることから、各流入部の環道交通量が最も大きくなる右折率100%、左折率0%を設定した。なお、自動車のみの交通容量の検証のため、歩行者や自転車は考慮していない。

b) 歩行者や自転車を考慮した場合

総流入交通量を1000～3500台/時（100台/時毎）とした。標準的な交差点を想定し、主従比率50%、重方向率60%、また、右折率15%、左折率15%（残る70%は直進）とした。

例えば、総流入交通量が1200台/時のケースにおける各枝の右折、直進、左折の自動車交通量は、図-3のとおりとなる。

他に、自転車の交通量については、1流入部あたり0、50台/時、100台/時、250台/時とし、歩行者の交通量については、1横断歩道あたり0、50人/時、100人/時、250人/

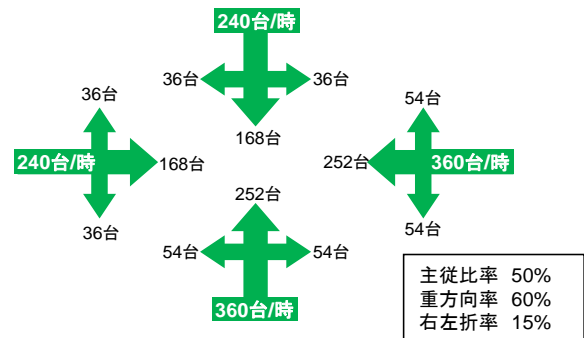


図-3 総流入交通量1200台/時における方向別交通量

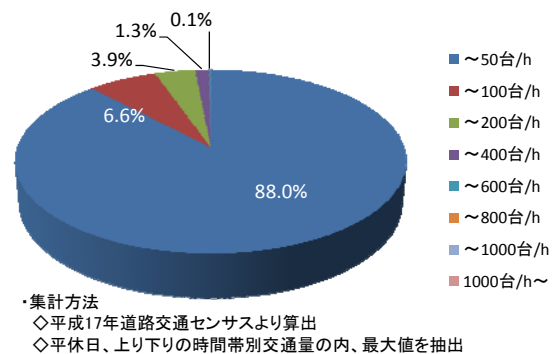


図-4 自転車交通量による路線数割合

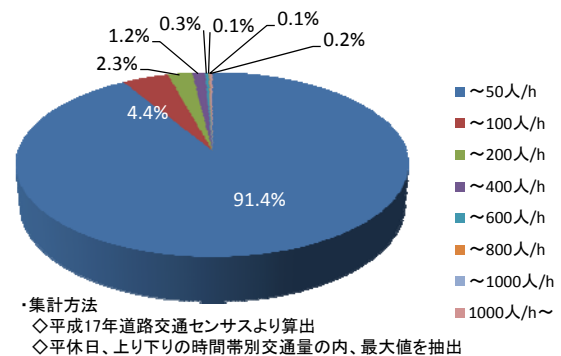


図-5 歩行者交通量による路線数割合

時とした。なお、自転車についての主従比率、重方向率、右左折率は、自動車と同じ値を設定した。図-4及び図-5

に、H17道路交通センサより、センサ対象道路におけるピーク時間の自転車交通量及び歩行者交通量の路線数割合を整理した。これによれば、自転車交通量が100台/時未満の道路及び歩行者交通量が100人/時未満の道路は、それぞれ95%程度を占める。このため、センサ対象道路のほとんどを占めるまでの交通量である自転車交通量として、50台/時と100台/時、さらに特別に交通量が多いケースとして250台/時のケースを設定している。また、歩行者交通量も同様に設定している。さらに、自転車と歩行者が両方存在する場合として、自転車と歩行者の交通量のケースを掛け合わせたケースを設定した。

(3) 交通挙動

表-1のとおり、シミュレーションで用いる自動車の交

表-1 自動車及び自転車の交通挙動と採用した観測値

交通挙動	対象車両		観測値	観測地
	流入車両	環道車両		
クリティカルギャップ ^{※1}	自動車	自動車	5.0秒	常陸多賀RAB
	自動車	自転車	4.5秒	寒地試験道路
	自転車	自転車	3.8秒	寒地試験道路
フォローアップタイム ^{※2}	自動車		3.2秒	常陸多賀RAB
	自転車		2.2秒	寒地試験道路
環道最小車頭時間	自動車		2.2秒	常陸多賀RAB
	自転車		1.4秒	寒地試験道路
環道内の走行速度	自動車		20.7km/h	常陸多賀RAB
	自転車		13.8km/h	寒地試験道路
単路部の走行速度	自動車		40.0km/h	— ^{※3}
	自転車		13.8km/h	寒地試験道路

※1 流入車両が流入し得る環道車両間の最小車頭間隔

※2 前車に追従して流入する際の最小車道間隔

※3 単路部の自動車の設計速度を40km/hと仮定

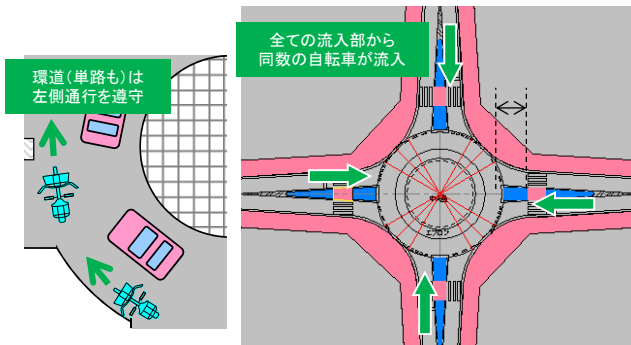


図-6 自転車の通行位置等

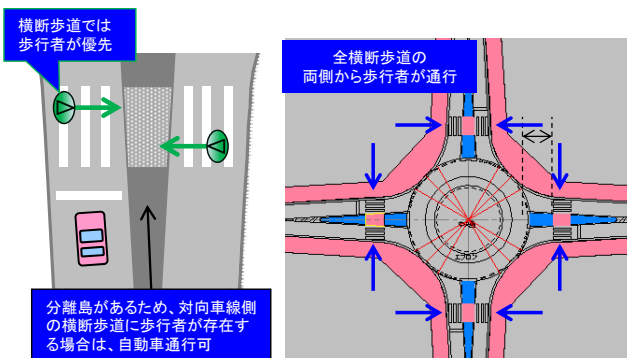


図-7 歩行者の走行位置と通行条件

通容量に大きな影響を与えるラウンドアバウト特有の交通挙動を特定し、自動車及び自転車の観測値を整理した。自動車の観測値については、シミュレーションで用いる同様の幾何構造で比較的交通量が多い、常陸多賀ラウンドアバウトにおける乗用車を対象にしたものを用いるものとした。また、自転車の観測値については、常陸多賀ラウンドアバウトのサンプル数が少ないため、(独)土木研究所寒地土木研究所寒地試験道路における被験者(乗用車)によるフリー走行時のもの²⁾を採用した。

シミュレーションにおいては、採用した観測値が再現されるよう、接近車両との距離や時間に応じて、車両の流入等が行われるよう、シミュレーション特有のパラメータを設定した。シミュレーション結果の妥当性について、過去の研究³⁾では、環道交通量と流入交通容量の関係として、ドイツのガイドラインMerkblatt für die Anlage von Kreisverkehren (FGSV)における推計式⁴⁾で求めた結果(以下、「推計式の結果」という。)とシミュレーションによる結果を比較し、概ね整合していることで確認していた。本研究では、さらなる妥当性の向上のため、環道交通量と流入交通容量の関係について、推計式の結果とシミュレーションによる結果がより整合するよう、シミュレーション特有のパラメータの調整を行った。

シミュレーションにおける自転車の通行については、図-6のとおり、単路及び環道ともに、車道左端を通行するものとした。また、全ての流入部から同数の自転車が入るものとした。

次に、シミュレーションにおける歩行者の交通挙動については、以下のとおりとした。

- ・歩行者は、横断歩道上のみを通行する。
- ・横断歩道に歩行者が存在すれば、車両は停止する。ただし、反対車線側の横断歩道に歩行者が存在する場合は、分離島があるため、車両は停止しない(図-7)。
- ・歩行者の到着はランダムとし、並列通行しない。
- ・歩行者の歩行速度は、1m/sとする。

なお、図-7のとおり、全横断歩道の両側から同数の歩行者が通行するものとした。

他に、ラウンドアバウトにおける流入部の取付角度、幅員及び曲線半径について、それらが交通挙動に与える影響が想定される。しかし、それらが異なるラウンドアバウトが数少なく、現段階では、その解明に耐えうるデータの取得が困難である。また、これらが交通容量に与える影響は、表-1で特定した交通挙動が交通容量に与える影響と比較し、小さいと想定される。このため、シミュレーションにおける交通挙動の再現にあたっては、流入部の取付角度、幅員及び曲線半径の影響が無いものと仮定した。

(4) 計算時間と回数

シミュレーションの計算時間については、自動車の総流入交通量のケース毎に1回あたり1時間とした。計算の回数については、過去の研究³⁾では、自動車の総流入交通量のケース毎で1回としていたが、本研究では、乱数で与えた自動車、自転車、歩行者の発生タイミングによる結果への影響を平準化するため、複数回実施した。具体には、歩行者や自転車を考慮しない交通条件が厳しい場合の総流入交通量1000~1400台/時（100台/時毎）について各々10回ずつ、歩行者や自転車を考慮した場合の総流入交通量の全ケースについて各々5回ずつ実施した。複数回実施したケースについては、実施回数で割り戻し、1時間あたりの結果を算出した。

3. 自動車の交通容量の評価方法

ラウンドアバウトに流入させる自動車の総流入交通量が多くなると、ラウンドアバウトの処理能力が限界に達し、実際に流入できる交通量が制限される。これを今回のシミュレーションによる流入しようとする総交通量と流入できた総交通量でイメージを整理すると、図-8のとおりとなる。流入しようとする総流入交通量が増えると、まずはいずれか1つの流入部で交通容量に達し、その後、全ての流入部で交通容量に達する状況となる。このように、本研究における自動車の交通容量の評価にあたっては、ラウンドアバウトの全流入部を対象に、流入しようとする総交通量と、実際に流入できた総交通量を整理することで行った。さらに、流入できた総交通量が、流入しようとする総交通量の95%以上となる最大値を交通容量（以下、「算定した自動車交通容量」という。）とし、これによる評価も行った。

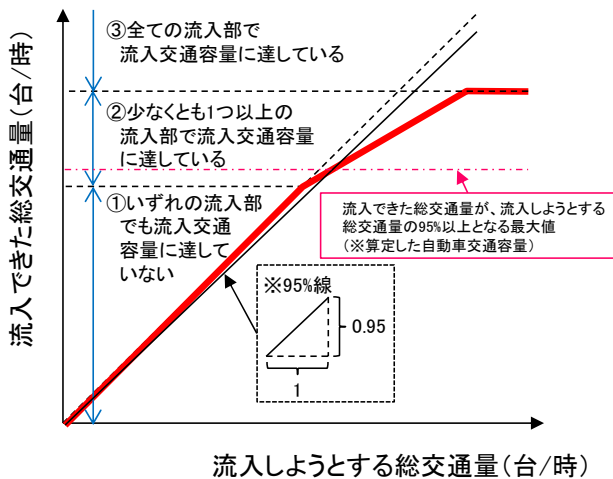


図-8 交通状況のイメージ

4. 自動車の交通容量の評価

歩行者や自転車を考慮しない交通条件が厳しい場合及び歩行者や自転車を考慮した場合の計算結果及び考察を示す。

(1) 歩行者や自転車を考慮しない交通条件が厳しい場合

計算結果を図-9に示す。図-8に示したように図-9においても、流入しようとする総交通量が多くなるにつれて、流入できた総交通量の増加が抑えられる状況が確認できる。また、その状況は、流入しようとする総交通量が1200台/時付近で生じており、1700台/時以降は流入できた総交通量が増加せず横ばいとなる状況となっている。つまり、流入しようとする総交通量が1200台/時付近で、少なくとも1つ以上の流入部で流入交通容量に達しており、同総交通量が1700台/時付近で、全ての流入部で流入交通容量に達しているといえる。なお、流入しようとする総交通量1300台/時で初めて流入しようとした総交通量の95%を下回るため、算定した自動車交通容量は、流入しようとした総交通量の1200台/時における流入できた総交通量約1200台/時となる。ここで主従比率及び重方向率は70%として設定しているが、当初設定した重方向率50~70%（10%毎）、主従比率50~100%（10%毎）から、算定した自動車交通容量が最も厳しくなる条件として選定したものである（図-10、図-11）。

以上のことから、この算定した自動車交通容量約1200台/時は、歩行者や自転車を考慮しない交通条件が厳しい場合の交通容量と考えられる。この約1200台/時が、とある1日のピーク時間交通量であると仮定し、ピーク率を0.1と設定すれば、1日あたりの交通容量は、約12000台/時と算出できる。なお、今回算出した値は、シミュレーションによるものであり、実際の交通状況を必ずし

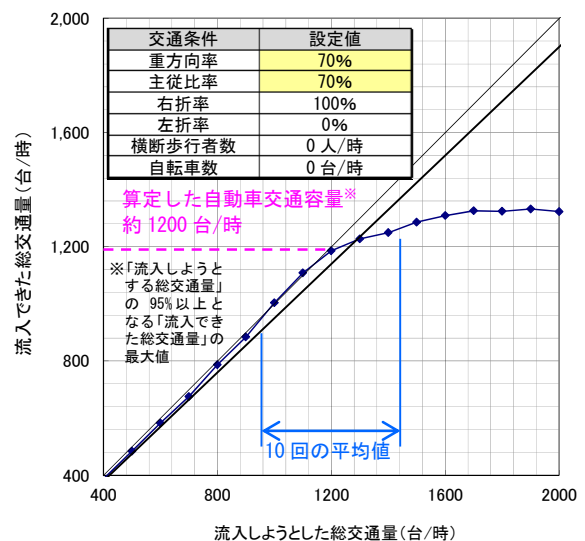


図-9 交通条件が厳しい場合の自動車交通容量

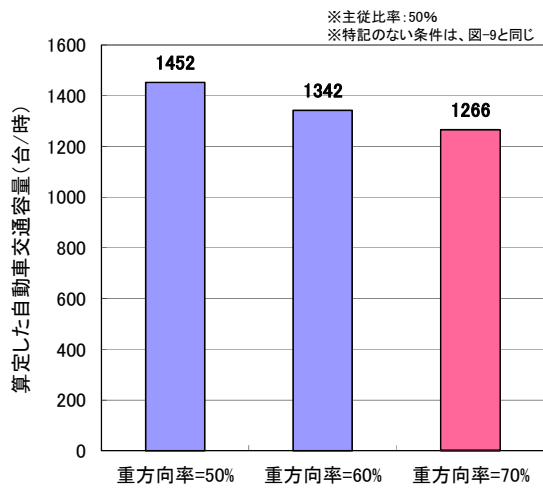


図-10 重方向率毎の算定した自動車交通容量

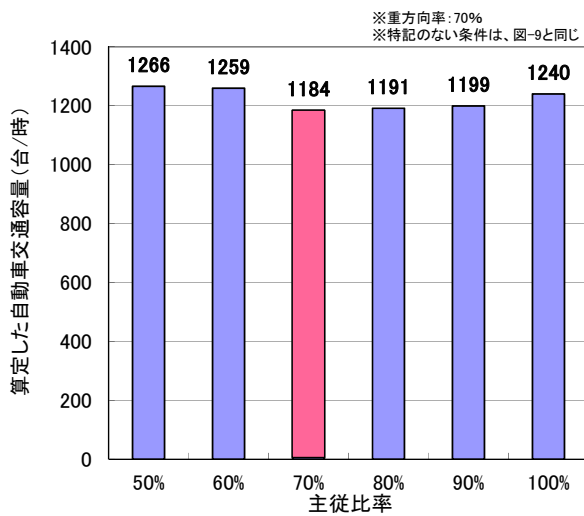


図-11 主従比率毎の算定した自動車交通容量

も完全に再現しているものではないため、実際に当該交通容量を適用するには、一定の安全率の考慮が必要と考えられる。例えば、当該安全率を0.8とすれば、1日あたりの交通容量は、約10000台/時となる。

(2) 歩行者や自転車を考慮した場合

図-12に自転車を考慮せず歩行者交通量を変化させた計算結果を示す。歩行者無しのケースにおいて、流入しようとする総交通量が多くなることで、2000台/時付近で流入しようとする総交通量と流入できた総交通量に差が生じ始め、算定した自動車交通容量は、2036台/時となった。同様に、歩行者が100人/時のケースにおける算定した自動車交通容量は1917台/時となった。これにより、今回のケースのような100人/時の歩行者が存在する道路においては、歩行者が存在しない道路と比較し、算定した自動車交通容量が約6%減少することが分かった。

この分析において、自動車の交通容量の低下については、歩行者が横断歩道に存在することにより、流入車両

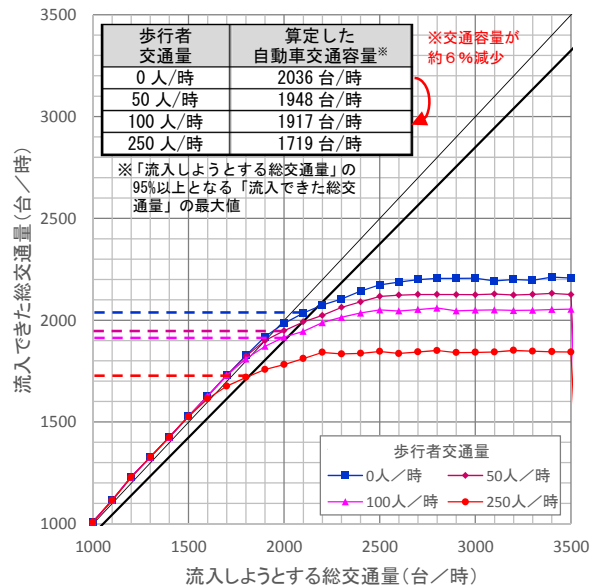


図-12 歩行者交通量を変化させた自動車交通容量

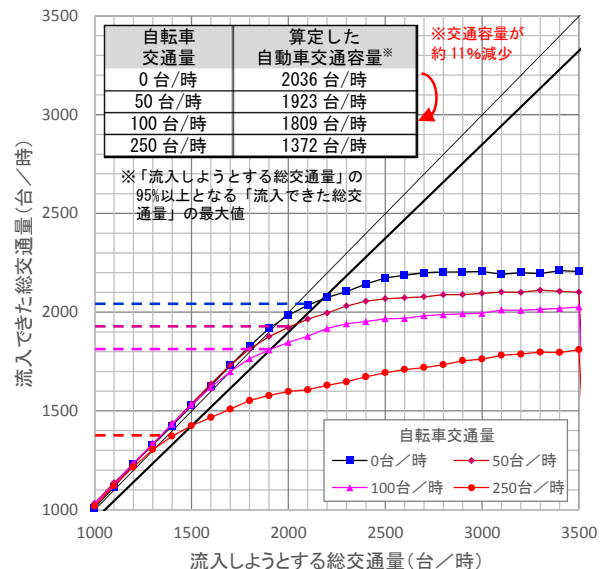


図-13 自転車交通量を変化させた自動車交通容量

や流出車両が、横断歩道手前において、歩行者の通過待ちを行うために発生している。さらに、流出車両が横断歩道手前に停車し、その影響が後続車両に及ぶことで、環道の車両の通行がブロックされる状況も発生していた。これを解消するためには、自動車の環道流出後の横断歩行者待ちのための滞留場所の確保のため、横断歩道の位置を環道から離すことが考えられる。ただし、あまりにその距離を離すと、歩行者動線が長くなることや、環道流出車両の横断歩道を通行する際の速度が向上する懸念があることに留意する必要がある。

以上より、歩行者交通量が比較的多い交差点においては、事前に、歩行者や自動車の交通量を調査し、自動車

表-2 自転車・歩行者交通量を变化させた自動車交通容量

		歩行者数			
		0人/時	50人/時	100人/時	250人/時
自転車数	0台/時	2,036 100.0%	1,948 95.7%	1,917 94.2%	1,719 84.4%
	50台/時	1,923 94.4%	1,857 91.2%	1,820 89.4%	1,636 80.4%
	100台/時	1,809 88.9%	1,733 85.1%	1,716 84.3%	1,540 75.6%
	250台/時	1,372 67.4%	1,361 66.8%	1,346 66.1%	1,245 61.1%

上段: 算定した自動車交通容量

下段: 歩行者、自転車無しを100%とした際の割合

の交通容量を適切に評価するとともに、必要に応じ横断歩道の位置を検討する必要があるといえる。

次に、図-13に歩行者を考慮せず自転車交通量を变化させた計算結果を示す。自転車が100台/時のケースにおける算定した自動車交通容量は1809台/時となった。これにより、今回のケースのような100台/時の自転車が環道に流入する道路においては、自転車が存在しない道路と比較し、自動車の交通容量が約11%減少することが分かった。

この分析において、自動車の交通容量の低下については、自動車の環道流入時における、環道内の自動車、自転車の両方を踏まえた流入判断を行うこと、また、自動車が環道流出時に環道左側を通行する自転車を踏まえた流出判断を行うことにより発生している。

以上より、自転車交通量が比較的多い交差点においては、事前に、自転車や自動車の交通量を調査し、自動車の交通容量を適切に評価する必要があるといえる。

さらに、自転車と歩行者の両方が存在する場合の評価として、表-2のとおり、算定した自動車交通容量を整理した。自転車100台/時、歩行者100人/時が存在した際は、自転車と歩行者がいない場合に比べ、交通容量が約16%減少していることが分かる。

5. まとめ

本研究では、シミュレーションを通じて、ラウンドアバウトの自動車の交通容量、及び、歩行者や自転車の交通容量への影響をそれぞれ評価し、得られた知見を示した。具体には、今回の計算条件において、厳しい交通条件における自動車の交通容量、歩行者や自転車による自動車の交通容量の低減の程度などを示した。

本研究で得られた知見は、自動車の交通量が多い交差点、歩行者や自転車の交通量が多い交差点へのラウンドアバウトの導入を検討している道路管理者等において、活用されることが期待できる。ただし、個別箇所においては、今回シミュレーションした交通条件と異なることに留意し、適用を検討する必要がある。

今後、引き続き、ラウンドアバウトにおける自動車交通容量の評価について、詳細な分析を進めて参りたい。

参考文献

- 1) 「望ましいラウンドアバウトの構造について（道路局企画課長、国道・防災課長、環境安全課長、高速道路課長通知」（平成26年8月8日）、<http://www.mlit.go.jp/road/sign/kijyun/pdf/20140901tuuti.pdf>
- 2) 小林寛、高宮進、吉岡慶祐、米山善之：ラウンドアバウト幾何構造基準の策定に向けた基礎研究、国際交通安全学会誌、Vol.39、No.1、2014
- 3) 今田勝昭、小林寛、高宮進：歩行者・自転車の影響を考慮したラウンドアバウトの交通容量の評価、土木技術資料、2014.12
- 4) Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen(FGSV): Merkblatt für die Anlagung von Kreisverkehren, 2006.

(2015.4.24 受付)