

論文集 ([目次](#) | [プログラム別](#))

[第2学術小委員会委員一覧 \(PDF\)](#)

[発表会プログラム \(PDF\)](#)

[CD-ROMについて](#)

大型車が多いラウンドアバウトにおける整備効果検証 An impact analysis of a roundabout on road with many heavy vehicles

松浦 佑紀¹, 関口 貴志², 小玉 由人³

Yuuki MATSUURA¹, Takashi SEKIGUCHI² and Yoshito KODAMA³

本稿は、交通安全対策として整備されたラウンドアバウトの様々な効果に対する検証結果を報告するものである。対象は、愛知県愛西市において出会い頭事故が多発していた無信号交差点を改良整備したラウンドアバウトであり、大型車交通が多い路線に対して最小外径（27m）を採用している点と、中央島が交差点中心から約2m 偏心している点が特徴として挙げられる。

本稿では、これらの交通特性および構造特性に着目しつつ、定点ビデオカメラの映像解析や利用者へのアンケート調査から得た様々な指標を基に、大幅な安全性の向上を確認するとともに、信号制御と比べて待ち時間が少ないことや、一時停止制御であった旧・従道路側の遅れ時間が減少したことなどから、一定の円滑性向上を確認した。また、構造特性に起因するいくつかの課題が明らかになった。

Keywords: 交通安全対策, 環状交差点, ラウンドアバウト, 大型車交通量, 整備効果検証

1. はじめに

本稿は、愛知県愛西市大井町の一般県道佐屋多度線と一般県道鹿伏兔大井線の交差点に改良整備されたラウンドアバウト（以下、RAB と称す）を対象に、整備効果の検証結果を報告するものである（図1、図2参照）。

当交差点は、当初、鹿伏兔大井線が一時停止制御された4枝の無信号交差点であったものの、見通しの良さが災いし、交差点道路を走行する車両同士が互いの接近速度を認知できずに衝突してしまう「コリジョンコース現象」が原因の一つと思われる出会い頭事故が多発していた。そこで愛知県は、交通安全対策として当交差点を2018年6月にRABとして改良整備した（図3参照）。

交通安全対策から見たRABの利点の一つに、交差点内での車両間交錯点の削減効果が挙げられる。図4は4枝交差における交錯点数を比較したものであり、一般的な無信号交差点の20箇所に比べ、RABでは交錯点が大幅に削減されて4箇所となる。

また、全ての流入部が原則として非優先制御されるために流入時速度が抑制され、進行方向を問わず環道内走行速度がほぼ一定となる。そのため、構造的に車両同士の正面衝突や右折対直進といった重大な人身事故につながる現象は生じにくい。さらに、環道が一方通行であるため、流入時の安全確認は右方向が主となる。これらの理由により、仮に交通事故が発生したとしても損傷の少ない形態の事故となる特徴がある。



図1 位置図



図2 現場状況

- 1 正会員, TOP, 中日本建設コンサルタント(株)
〒454-0003 愛知県名古屋市中区錦一丁目8番6号 e-mail: y_matsuura@nakanihon.co.jp Phone: 052-232-6038
- 2 正会員, TOE, 中日本建設コンサルタント(株)
- 3 TOP, 中日本建設コンサルタント(株)

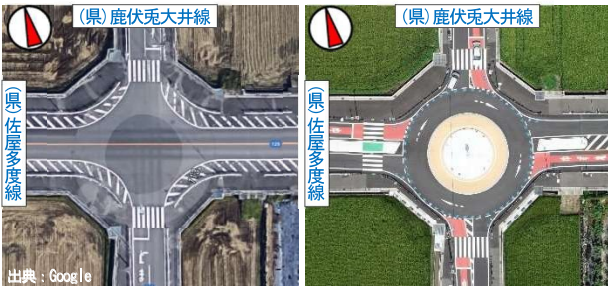


図3 整備前後の交差点形状

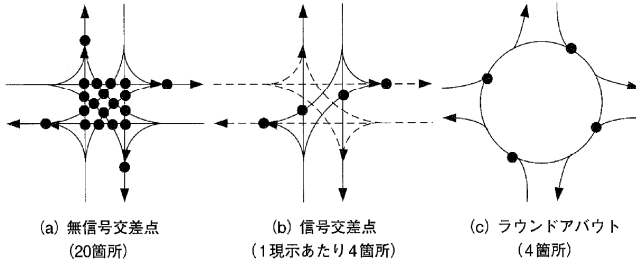


図4 平面交差点制御方式による車両間交差点¹⁾

なお、RABは以下の要素（図5参照）で構成されており、通行ルールとしては「右回りの一方通行」、「環道内優先」、「流出時の左方向指示器の点滅」がある。

・環道（diameter）

専ら車両の通行の用に供する部分のうち、環状を形成している部分。

・中央島（central island）

環道における車両の安全かつ円滑な通行を確保するために、RABの中央部に設ける島状の施設。

・エプロン（apron）

環道のみでは通行困難な普通自動車またはセミトレーラ連結車が通行の用に供しても良い部分。小型自動車等の通行を抑制するために、環道とエプロンとの間に段差を設けることが多い。

・分離島（splitter island）

環道へ流入または環道から流出する車両の分離、横断歩行者の安全性の確保などを行うために、環道の流出入口に設ける島状の施設。

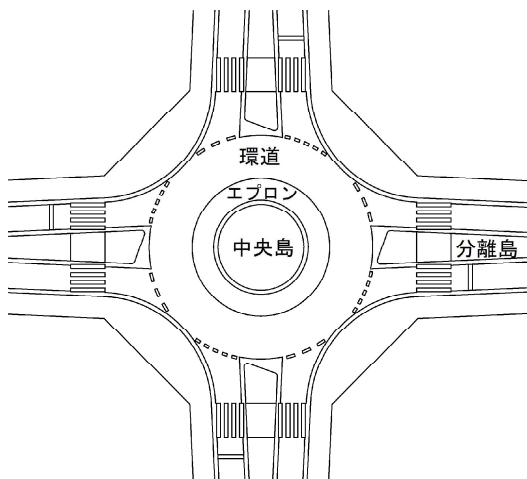


図5 RABの構成要素

2. 各路線の概要と特性

2.1 路線概要

佐屋多度線は、愛知県愛西市大井町の七川南交差点を起点に、愛知・三重県境を流れる木曾三川を渡り、三重県桑名市多度町へ至る延長10km程度の県境交通を受け持つ一般県道である。

一方、鹿伏兎大井線は全長2km程度の地域交通の比率が高い一般県道である。

上記2路線の構造諸元は表1のとおりである。

表1 構造諸元

路線名	種級区分	設計速度	車線数	歩道
(県)佐屋多度線	第3種第2級	50km/h	2車線	両側
(県)鹿伏兎大井線	第3種第3級	40km/h	2車線	両側

2.2 交通特性

事前調査における佐屋多度線の交通量は、12時間交通量で3,516台、その内の大型車交通量が760台で、大型車混入率21.6%であった。この値を「道路構造令の解説と運用²⁾」における都道府県道（地方部）の平均値11.7%と比べると、2倍近い値となっている。よって、当RABは、セミトレーラ連結車を含む大型車交通量が多い路線の交差点へ適用された全国的にも珍しいケースであると言える。



図6 大型車の通行状況

2.3 構造特性

(1)主従関係を持つ既存交差点からの改良

既存交差点は、佐屋多度線が主道路、鹿伏兎大井線が一時停止制御された従道路の関係にある無信号交差点であった。

(2)必要最小規模の外径

当RABの外径については、用地の制約から、大型車が走行可能な必要最小規模である27m（＝（導流路の最小外側半径13m＋路肩0.5m）×2）を採用している。



図7 幅員構成

(3)中央島（環道中心）の偏心

RAB の環道中心は、交差点中心と一致させることが本来望ましいが、当 RAB では用地の制約上、環道中心が断面 D 方向に約 2m 偏心している（図 8 参照）。この偏心の影響と最小外径を用いたことで、断面 A→断面 C は直線的に路面を見通せてしまい、逆に断面 C→断面 A は中央島が見通しをさらに遮るため、正しい周回走行を促される状況となっている。

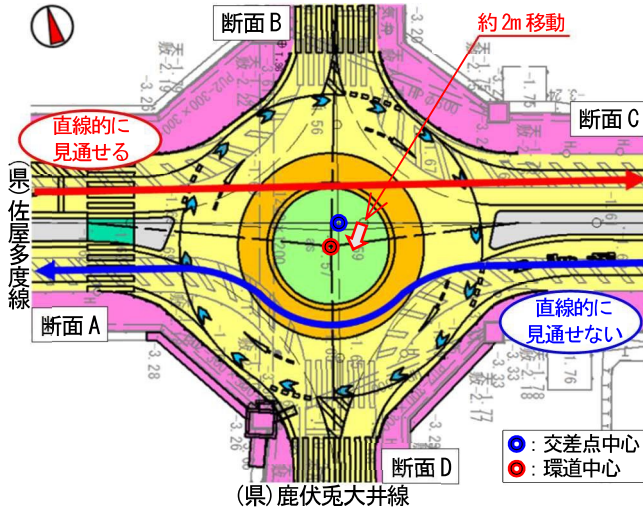


図 8 中央島の偏心

3. 事後調査の内容

3.1 現地調査

当 RAB における自動車の挙動を把握するため、定点ビデオカメラ等による現地調査を行った（図 9 参照）。ビデオカメラは、4 方向に各 3 台の合計 12 台配置した（図 10 参照）。なお、調査および映像解析の方法は、「交通事故対策効果検証示方書（案）³⁾」に準拠した。また、RAB への慣れに着目した検証を行うため、調査時期は、不慣れた運転者の挙動を把握するための供用 1 ヶ月後と、利用頻度が高い利用者がある程度慣れてきたと想定される供用 3 ヶ月後とした。



図 9 ビデオカメラの設置状況

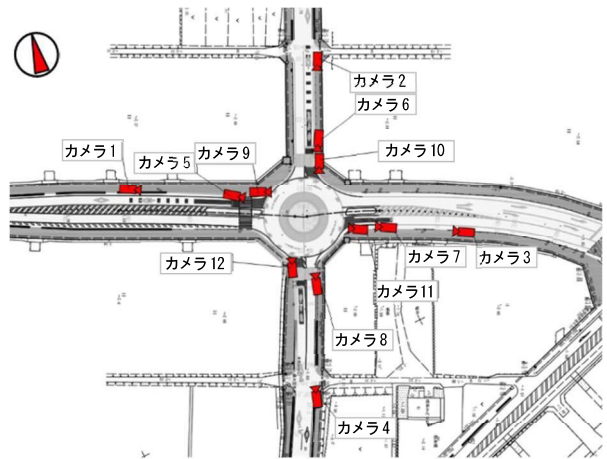


図 10 ビデオカメラの配置図

(1)方向別交通量

大型車が多い路線に RAB を整備したことによる影響を把握するため、定点ビデオカメラにより方向別および車種別の交通量調査を行い、事前調査と比較した。なお、調査時間は 12 時間（午前 7 時～午後 7 時）とした。

(2)流入速度・交差点内速度

交差点への流入・流出速度および交差点内速度を定点ビデオカメラにより観測し、事前調査と比較した。なお、調査範囲は交差点前後 30m とし、調査数は、朝夕ピーク時各 2 時間に通過する全車両とした。

(3)環道内走行位置（車種別）

環道内を走行する車両の横断的な位置を定点ビデオカメラにより観測した。

特に、中央島の偏心による断面 A→断面 C および断面 C→断面 A の走行位置の違いやエプロン上の通行割合の差を把握するため、方向別および車種別に調査を行った。なお、調査数は、朝夕ピーク時各 2 時間に通過する全車両とした。

(4)交錯点通過時間差（車両対車両 PET）

図 4 で示した車両間交錯点における通過時間差を定点ビデオカメラにより観測し、事前調査結果と比較した。この車両対車両 PET は、交差道路との交錯危険度を表す指標であり、短い時間であるほど危険度が高いと言える。

調査数は、朝夕ピーク時各 2 時間に通過する全車両とした。

(5)速度プロファイル

GPS を搭載した車両により一般車両を追従し、交差点の流入・通過・流出速度を観測した。特に、RAB 整備によって全体的な速度低下が想定される中でも、断面 A→断面 C と断面 C→断面 A の見通しの違いが走行速度に及ぼす影響を把握するため、方向別に調査を行った。なお、調査範囲は交差点前後 100m とし、調査数は、流入 4 箇所×流出 3 方向×5 回の 60 台を目標とした。

3.2 利用者アンケート調査

RAB 整備による安全性、通行快適性および円滑性等の変化に関する利用者の意見を把握するため、以下の内容でアンケート調査を行った。なお、調査時期は、RAB 運用開始から約4ヶ月後とした。

(1)調査対象

利用頻度の高い地元住民と地元商工会議所の会員事業所に加え、大型車交通が多い当 RAB の特徴を踏まえ、愛知県トラック協会の会員事業所を調査対象とした。

(2)調査内容

アンケートの質問事項については、他の RAB で行われた先行事例を参考にしつつ、本稿では、既存交差点の主従関係や中央島の偏心等により通行方向別に意見が異なると予測し、通行方向を確認する質問を追加した。

加えて、3.1 現地調査と同じく慣れによる変化を把握するため、利用頻度を確認する質問を追加し、車種と通行方向と利用頻度によるクロスチェック分析が可能な内容とした。アンケートの質問事項を表2に示す。

表2 アンケートの質問事項

利用者特性の把握	<ul style="list-style-type: none"> 利用頻度（週2~3回以上と未満で区分） 走行車種（大型車とそれ以外で区分） 通行方向（整備前の主従方向で区分）
通行状況に関する質問	<ul style="list-style-type: none"> 交差点内を走行する車の速度はどのようになりましたか？ 出会い頭事故はどのようになると感じますか？ 交差点の通行はどのようになりましたか？ 安全確認はどのようになりましたか？ 交差点が安全になったと感じますか？ 交差点の印象はどのようになりましたか？

4. 事後調査結果

4.1 整備前後における交通状況の変化

(1)交通量

- 整備前と供用3ヶ月後の12時間交通量を比較した結果、観測時期が異なるものの、自動車全体の減少率8%（5,388台⇒4,981台）に比べ、大型車の減少率が15%程度（970台⇒824台）と大きかったため、有意な現象であると考えられる（表3参照）。
- 方向別交通量に着目すると、全体的に左折より直進と右折の交通量が減少しており、特に大型車の右折交通の減少は顕著であった（図11、図12参照）。この現象は、RABの構造上、左折は環道内を1/4周、直進は1/2周、右折は3/4周する必要があるが、当RABの外径（27m）が、大型車の物理的な通行が可能な最小値であったため、通行しやすさの差が影響したものと考えられる。

表3 整備前後の12時間交通量の変化

断面	自動車類合計				大型車合計			
	整備前	整備後		増減 ② - ①	整備前	整備後		増減 ② - ①
	(H28.2) ①	1ヶ月後 (H30.7) ②	3ヶ月後 (H30.9) ③		(H28.2) ①	1ヶ月後 (H30.7) ②	3ヶ月後 (H30.9) ③	
断面A	2,141	2,250	2,096	-45 (-2%)	410	416	393	-17 (-4%)
断面B	959	736	698	-261 (-27%)	108	58	55	-53 (-49%)
断面C	1,375	1,427	1,316	-59 (-4%)	350	288	279	-71 (-20%)
断面D	913	734	871	-42 (-5%)	102	51	97	-5 (-5%)
合計	5,388	5,147	4,981	-407 (-8%)	970	813	824	-146 (-15%)
大型車混入率					18.0%	15.8%	16.5%	-1.5%

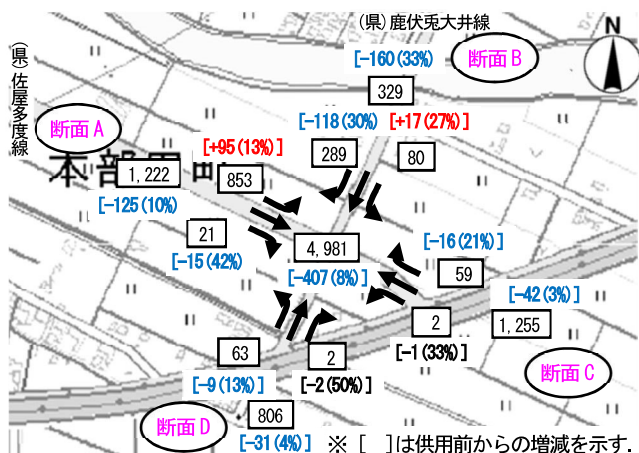


図11 供用3ヶ月後の交通量（12時間）

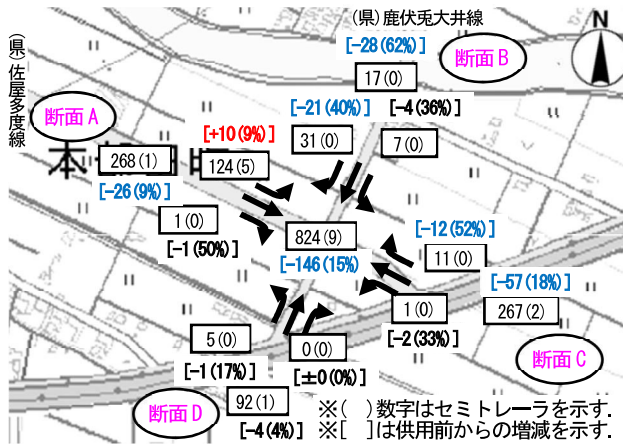


図12 供用3ヶ月後の大型車交通量（12時間）

(2)流入速度・交差点内速度

- 交差点部の走行速度は、全方向とも交差点前後および交差点内において低下した。



図13 交差点内速度の変化例（断面C→断面A）

(3)交差点通過時間差（車両対車両 PET）

・車両対車両 PET は、事前調査結果と比べ、短い時間の割合が減少しており、衝突事故の危険度が大幅に下がったと言える（図 14 参照）。

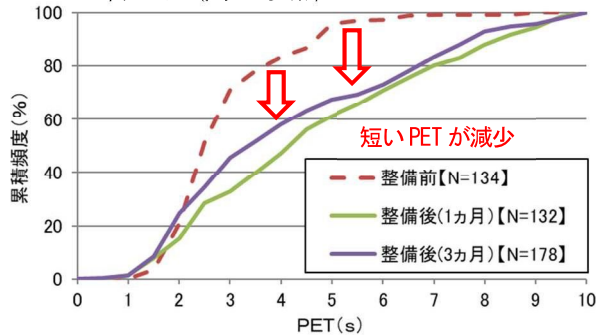


図 14 整備前後の PET の変化（断面 B+断面 D）

4.2 環道中心の偏心に着目した分析

(1)環道内走行位置（車種別）

図 15 は、佐屋多度線の直進交通（断面 A↔断面 C）の走行位置を、方向別および車種別に示したものである。

- ・軽自動車と乗用車の走行位置に着目すると、中央島が見通しを遮っている流入部 C に比べ、路面を直線的に見通せてしまう流入部 A の方が 50cm 程度中央に近く、またエプロン直近を走行する傾向が見られた。さらに、流入部 A の方が、本来は走行するべきではないエプロンを通過する割合が高く、乗用車では約 2 倍 (A : 28%, C : 14%)、軽自動車では約 5 倍 (A : 33%, C : 7%) の差が見られた。
- ・一方、大型車の走行位置は中央島の端から「2.5~3.0m」が最も多く、方向別の違いは見られなかった。

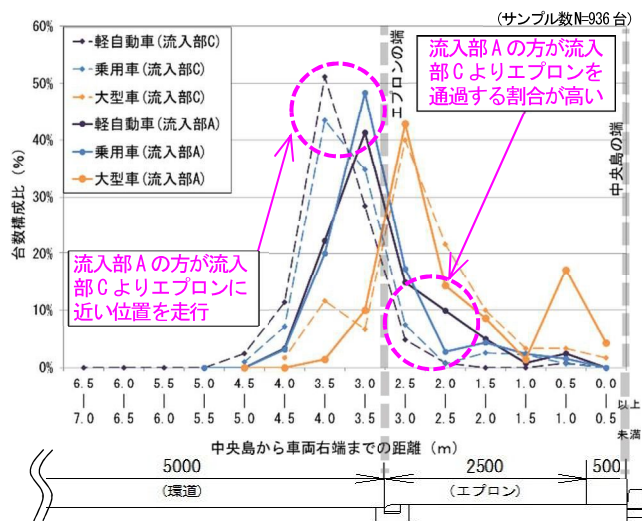


図 15 環道内走行位置

(2)速度プロファイル

- ・信号交差点（七川南交差点）から近い流入部 C に比べ、直前に信号がない流入部 A の方が全体的に初速度（100m 手前）が高く、加えて、交差点直前まで速度の高い車両が見受けられた。

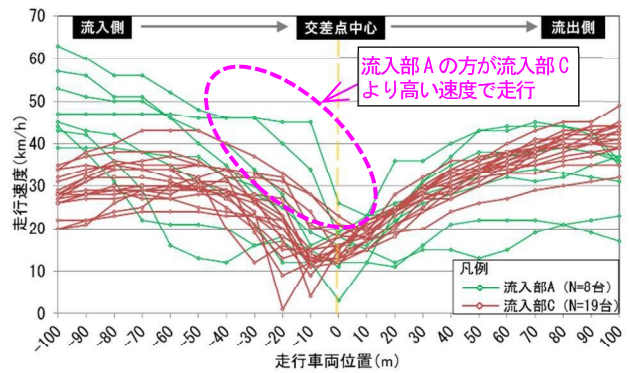


図 16 速度プロファイル

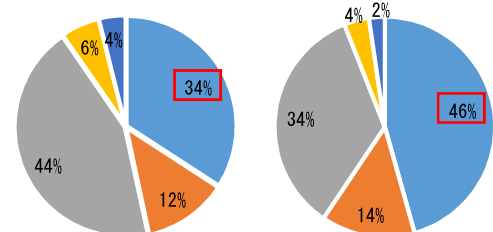
4.3 利用者アンケート調査結果

地元住民、地元商工会議所およびトラック協会の会員事業所に行った調査の結果を、車種別（乗用車、大型車）と流入部別（旧・主道路、旧・従道路）に分類し、RAB 整備による通行快適性と安全性の変化を分析した。

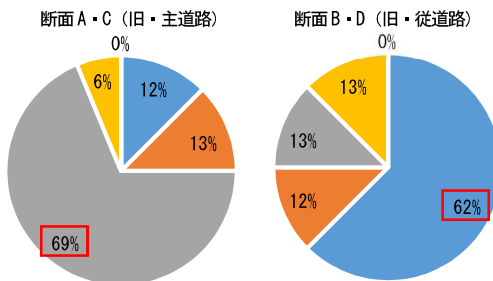
(1)通行快適性

- ・乗用車では、旧・主道路側（断面 A・C）と比べ、旧・従道路側（断面 B・D）の方が「通行しやすくなった」と回答する割合が高かった（図 17 (a) 参照）。
- ・大型車ではさらに差が激しく、旧・主道路側（断面 A・C）の約 7 割が「通行しにくくなった」と回答しているのに対して、旧・従道路側では約 6 割が「通行しやすくなった」と回答している（図 17 (b) 参照）。

交差点の通行はどのようになりましたか？（サンプル数 N=741）



(a) 乗用車における流入部別の回答

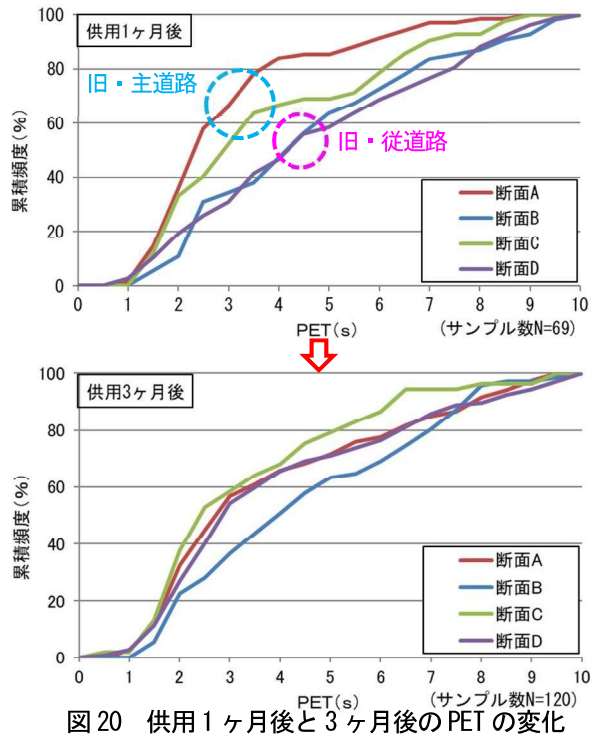
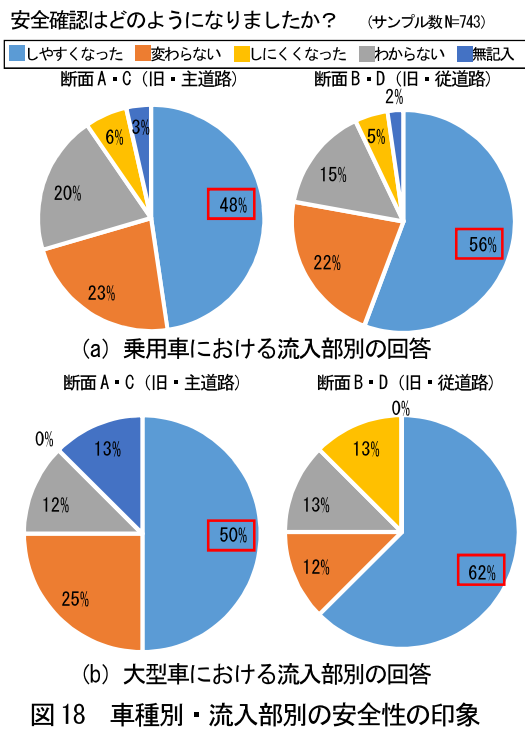


(b) 大型車における流入部別の回答

図 17 車種別・流入部別の通行快適性の印象

(2)安全性

- ・乗用車・大型車共に、旧・主道路側（断面 A・C）と比べ、旧・従道路側（断面 B・D）の方が「安全確認しやすくなった」と回答する割合が高かった。

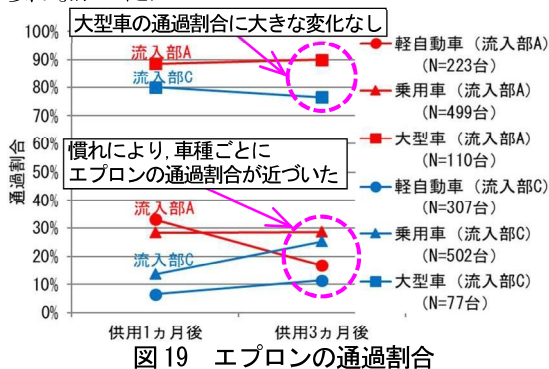


4.4 RAB への慣れによる交通状況等の変化

RAB への慣れによる交通状況の変化を把握するため、供用1ヶ月後と3ヶ月後におけるエプロンの通過割合、交差点通過時間差（車両対車両 PET）および通行快適性への回答について分析を行った。

(1) エプロンの通過割合

- 軽自動車と乗用車がエプロンを通過する割合は、供用1ヶ月後には方向によって差が見られたものの、供用3ヶ月後には差が縮まったことから（図19参照）、RABへの慣れにより中央島（環道中心）の偏心による影響が小さくなったと考えられる。
- 一方、大型車のエプロンの通過割合に大きな変化は見られなかった。

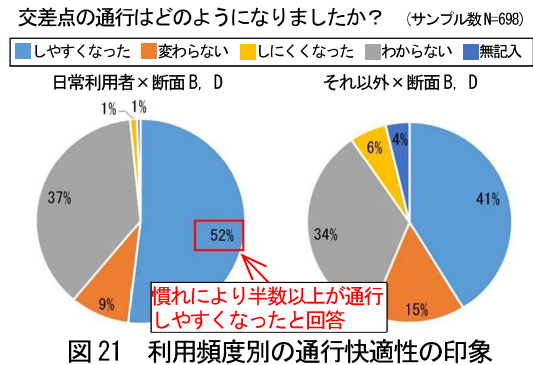


(2) 交差点通過時間差（車両対車両 PET）

- 供用1ヶ月後の調査では、旧・主道路側（断面A・C）に短いPETの割合が高く、つまり整備前の優先意識がやや感じられる傾向があったが、供用3ヶ月後にはその差も小さくなり、全ての接続道路の関係が対等に近くなったと考えられる（図20参照）。

(3) 通行快適性

- 図21は、通行快適性に関するアンケート調査結果の内、旧・従道路側（断面B・D）を利用頻度別に整理したグラフである。利用頻度が低い利用者とは比べ、日常的な利用者の方が「通行しやすくなった」と回答した割合が高いことから、RABへの慣れにより通行快適性が高まったと考えられる。



4.5 確認された危険挙動とその要因

今回の現地調査時に確認された危険挙動について、考えられる要因とその対策を含めて以下に示す。

(1) 環道内逆走

断面B→断面Aへの環道内の逆走が1日に2件見られた（図22参照）。主要要因として、中央島の偏心により断面Aの流出部が近くに見えることや、断面Bに分離島がないことなどが考えられる。

逆走の防止対策としては、RABの通行ルールの周知に加え、例えば、流入部先端（横断歩道の前方）に左折の路面標示（法定外）を破線で設置し、車両の進行方向を明示することなどが提案される（図23参照）。

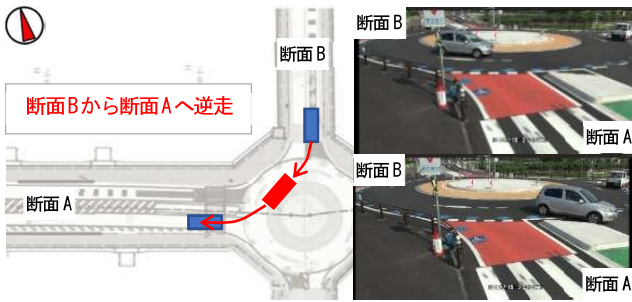


図 22 危険挙動（逆走）の状況



図 23 逆走防止対策の提案内容

(2)乗用車によるエプロン上の暴走

断面 A→断面 C の直進において、高い速度で交差点へ進入し、そのままエプロン上を暴走する乗用車が数件確認された。主な要因としては、RAB の通行ルールの無知に加え、中央島の偏心による見通しの良さが考えられる。

(3)環道内への渋滞影響

隣接する七川南交差点の渋滞長が環道まで及ぶ状況が見られた（図 24 参照）。主な要因としては、信号交差点自体の処理能力不足に加え、交差点間距離の短さ（L=100m）が考えられる。RAB は隣接交差点の渋滞等により環道内で車両が停車した場合、全流入部の進入が不可能となり、交差点の機能が停止する。

本稿において交差点需要率を試算したところ、（主）名古屋蟹江弥富線の現示に若干余裕があるため、佐屋多度線に青時間を 10 秒程度振り分けることで渋滞長の影響を低減することが可能であると考えられる。



図 24 渋滞長が環道まで及んでいる状況

(4)自転車の乱横断

断面 A、断面 B および断面 C を乱横断する自転車が度々確認された。

これらの多くは、もともと歩道内を走行している自転車が直進する際に見られた（図 25 参照）。

自転車は環道の外周付近を走行することが原則であるため、自転車を正しく交差点へ進入させるためにも、RAB の手前から左側路肩の走行を促す工夫が必要である。

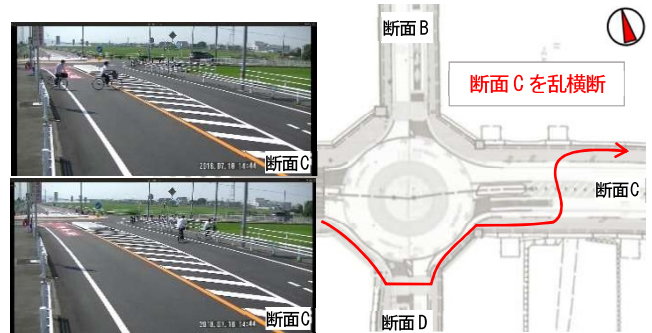


図 25 危険挙動（自転車の乱横断）の状況

5. 事後調査を通じて得られた成果

5.1 主な整備効果

(1)安全性の向上

・整備前は鹿伏兎大井線が一時停止制御された交差点であったものの、主道路側の速度超過や従道路側の判断ミスが原因で、出会い頭事故が多発していた。しかし、RAB 整備により自律的な速度低下を促す交差点形状となったことで、事故の抑制につながり、交差点としての安全性が高まった。

・図 26 は、当交差点の交通事故件数を示したものであり、整備前の 6 件/年の状況から、直近の 1 年間では無事故となっている。

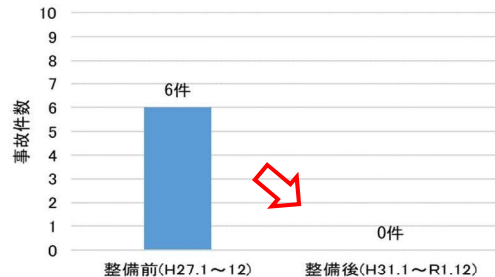


図 26 交通事故件数の推移

- ・旧・主道路の佐屋多度線においては、七川南交差点の信号を遠方から確認可能な線形と単純な沿道景観が原因で、当交差点部を規制速度以上で走行する車両が目立っていたが、物理的に高速走行不可能な交差点形状となったことで、路線としての安全性が高まった。
- ・地域交通を主に受け持つ鹿伏兎大井線においては、当路線を抜け道として利用していた大型車が排除される効果を生み、沿線地域の安全性が高まった。

(2)円滑性の向上

・一時停止制御であった鹿伏兎大井線の流入部では、旧・主道路の交通量が途絶えるのを待つことなく、環道内

さえ安全確認が出来れば交差点内へ進入できる構造となった。利用者アンケートにおいても、特に旧・従道路側で通行しやすくなったとの回答が多く得られたことから、鹿伏兎大井線の円滑性は整備前に比べ、相当高まったと考えられる。

- ・信号交差点とした場合の待ち時間と RAB を比較した結果、RAB の待ち時間は、佐屋多度線側で 51%～53% 程度の減、鹿伏兎大井線側で 85% 程度の減となる試算結果が得られた。よって、安全対策として信号制御を採用した場合よりも、円滑性向上に寄与していると言える（図 27 参照）。なお、算定にあたっては、式 (1)、式 (2) ¹⁾ を用いた。

信号交差点の平均遅れ時間の推定式

$$\bar{d}_i = \frac{(1-g_i)^2}{2(1-\lambda_i)} C + \frac{X_i^2}{2q_i(1-X_i)} - 0.65 \left(\frac{C}{q_i} \right)^{1/3} X_i^{(2+5g_i)}$$

\bar{d}_i : 流入部 i の車両 1 台当たりの平均遅れ時間(秒) C : サイクル長(秒)
 q_i : 流入部 i の需要交通量(台/時) g_i : 流入部 i のスプリット
 X_i : 流入部 i の需要率(= q_i/c_i) (1)

ラウンドアバウトの平均遅れ時間の推定式

$$d_{a,i} = \frac{3,600}{c_i} + 900T \cdot \left[x_i - 1 + \sqrt{(x_i - 1)^2 + \frac{(3,600/c_i)x_i}{450T}} \right]$$

$d_{a,i}$: 平均制御遅れ(秒) c_i : 流入部 i の交通容量(台/時)
 x_i : 流入部 i の需要率(= q_i/c_i) T : 分析時間 (2)

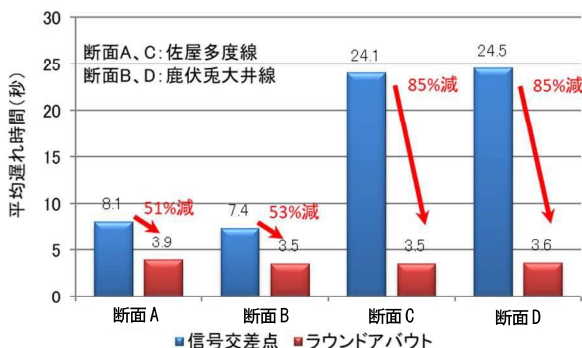


図 27 ラウンドアバウトと信号制御の平均遅れ時間

5.2 確認された主な課題

- ・旧・主道路の佐屋多度線は、本来、県境交通を流す幹線道路機能を有していたが、大型車が通行可能な最小外径の RAB を整備したことにより、大型車の交通量が減少し、他路線の負荷を増やすこととなった。
- ・加えて、供用開始後間もなくして、道路管理者が当該区間を特殊車両の通行区間から除外する状況を招き、結果的に路線機能を低下させることとなった。

5.3 今後の RAB 導入検討時の留意事項

(1)整備目的の明確化

RAB は、路線機能をも変化させるポテンシャルを有するため、導入の検討にあたっては、整備目的および必要

な機能（大型車への対応等）を明確にした上で、導入可否を判断するとともに、必要機能に見合った外径等の幾何構造を設定することが重要である。

(2)中央島（環道中心）の偏心について

中央島の偏心による影響は、走行の慣れにより小さくなる可能性があるものの、日常的な利用者以外にとっては、逆走や暴走等の危険な挙動を招く原因になりかねないため、可能な範囲で偏心させないように計画することが必要である。特に外径が小さい場合は偏心による影響が大きいと考えられるため、十分な留意が必要である。

(3)隣接交差点との十分な離隔確保

RAB は、隣接交差点の渋滞等で環道内に車両が停止した場合、全流入部の進入が不可能となり、交差点として機能しなくなる。そのため、隣接交差点がある場合は、一般的な交通量調査とは異なり、週末や連休等の特異日を含めて渋滞長調査等を実施する必要がある。

6. おわりに

本稿では、出会い頭事故が多発していた無信号交差点を改良した RAB の様々な整備効果や課題を報告した。検証にあたっては、当 RAB の 2 つの特徴（大型車が多い路線に対して最小外径（27m）を採用、環道中心が交差点中心から約 2m 偏心）について着目した。検証の結果、交差点部周辺の安全性や円滑性の向上を確認した一方、構造特性に起因する危険な挙動や路線機能の低下など、いくつかの課題も確認された。

2014 年 9 月の改正道交法の施行を受け、急速に普及が進む RAB であるが、通行ルールの認知度はまだ十分に高いとは言えない。一方で、他の RAB の事例では、慣れによる環道優先の遵守率の低下も確認されている。当 RAB についても交通安全性に関する経過観察を継続し、必要に応じ、対策を講じることが望まれる。

謝辞

本稿は、愛知県海部建設事務所から委託を受けた業務成果をもとに執筆したものである。発注者である愛知県海部建設事務所、ならびに事後調査内容についてご意見を頂いた名古屋大学大学院環境学研究科の中村英樹教授に謝意を表す。

参考文献

- 1) （一社）交通工学研究会：ラウンドアバウト マニュアル，丸善出版社，2018。
- 2) （公社）日本道路協会：道路構造令の解説と運用，丸善出版社，2015。
- 3) 愛知県：交通事故対策効果検証示方書（案），2012。