

ラウンドアバウトの導入による 駅前広場の混雑緩和に関する研究

関根 祐太¹・康 楠²・寺部 慎太郎³・柳沼 秀樹⁴・田中 皓介⁵

¹非会員 東京理科大学 理工学研究科土木工学専攻卒業 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)
E-mail:yuuta_sekine@member.metro.tokyo.jp

²正会員 東京理科大学嘱託助教 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)
E-mail:kangnan@rs.tus.ac.jp

³正会員 東京理科大学教授 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)
E-mail:terabe@rs.noda.tus.ac.jp

⁴正会員 東京理科大学講師 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)
E-mail:yaginuma@rs.noda.tus.ac.jp

⁵正会員 東京理科大学嘱託助教 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)
E-mail:tanaka.k@rs.tus.ac.jp

都心を中心に駅前広場が車両で混雑する駅があり、それに伴う車両の遅れ時間・渋滞、歩行者の安全性低下など様々な問題が発生する。ラウンドアバウトは信号による遅れ時間を短縮できるため、交差点の信号による駅前広場の混雑は、ラウンドアバウトを導入することによって緩和できると考えられる。本研究では、日本の多くの駅に応用できるモデル駅を例としてVISSIMに代入し、交通量・歩行者数を変化させることで、ラウンドアバウト導入に適する条件を抽出する。その結果、交通量が900[台/時]以下、かつ歩行者数が1200[人/時]以下になると、ラウンドアバウトを導入した方が遅れ時間を短縮できることがわかった。ゆえに、現在駅前広場に混雑が発生している駅の改良に、または新しい駅を作る場合、ラウンドアバウトは駅前の混雑削減のための1つの解決方法になることに期待される。

Key Words : Roundabout, Delay time, Vehicle and Pedestrian volume

1. はじめに

都心を中心に駅前広場が車両で混雑する駅が存在する。駅前広場が車両で混雑すると、車両の遅れ時間・渋滞、歩行者の安全性の低下など様々な問題が発生する。

駅前広場の混雑は、交通量が多い、駅前広場前の交差点の信号による無駄な待ち時間がある、キスアンドライドが多いなど様々な原因が考えられる。一方、平成26年度の道路交通法改正に伴い、日本で環道交通を優先するラウンドアバウト(以下 RAB と記す)という円形交差点が普及しつつある。RABの主な特性として車両・歩行者の安全性の確保、停電時も運用できる、信号の無駄な待ち時間を短縮できるなどが挙げられる¹⁾。そこで本研究では、信号による無駄な待ち時間を短縮できるというRABの特性を活かすことで、駅前広場の混雑の原因の1つの交差点の信号による待ち時間を短縮できるのではないかと考えた。

ゆえに現在駅前広場に混雑が発生している駅の改良に、

または新しい駅を作る場合、RABは駅前の混雑削減のための1つの解決方法になることに期待される。本研究では、駅前広場前の信号交差点にRABを導入し、信号による無駄な待ち時間を短縮することで、駅前広場の混雑を解消することを目的とする。

2. 既往研究

RABを導入することで主に以下の4つの効果がある。

- 1) 交差点での車両交通の安全性の向上
- 2) 交差点での歩行者交通の安全性の向上
- 3) 遅れ時間の削減
- 4) 災害時の対応力の向上

遅れ時間の削減について、信号交差点では、赤表示の間中は、交差方向に車両がいなくても青になるのを待ち続けなければならない。一方 RAB は、環道を走行する車両が存在しなければ、随時交差点に進入することが可能であるため、特に換算交通需要時の遅れ、ひいては区間旅行時間の大幅な削減が期待できる。例えば、長野県軽井沢町六本辻の無信号交差点は、RAB 化されたことにより、非優先方向からの交差点流入の平均待ち時間が、右折流入する方向を中心に平均 10 秒程度減少した²⁾。他にも RAB を導入することで、歩行者・車両の安全性の確保、停電時も運用できるなど信号交差点と比べ様々なメリットが存在する。

また、都心を中心に車両で駅前広場が混雑している駅が存在する。駅前広場の混雑の原因には、交通量が多い、キスアンドライドが多い、駅前広場前の交差点の信号によるムダな待ち時間があるなど様々な原因が考えられる。金沢大の高山ら³⁾によると都心の中心駅の駅前広場の約 67% が混雑するとされている。このように、駅前広場で車両が混雑すると、車両の遅れ時間の増加、渋滞の発生、また歩行者の安全性の低下にもつながり様々な問題が発生すると考えられる。これらの問題を解決するために、駅前広場の混雑を解消する方法を考えなければならない。

そこで信号の無駄な待ち時間を短縮できるという RAB の特性を生かせば、駅前広場の混雑の原因の 1 つの交差点の信号による無駄な待ち時間を短縮できると考えられる。ゆえに、駅前広場前の信号交差点に RAB を導入し、信号による待ち時間を短縮することで、駅前広場の混雑を解消できるかどうかを検討する。

従って、本研究の目的は、現在駅前広場に混雑が発生している駅の改良に、または新しく駅をつくる場合、RAB が混雑削減のための 1 つの方法として提案できるようにすることである。

3. RAB 導入による遅れの推定

3.1 仮定導入する対象駅

RAB を導入する前後の遅れを推定するため、仮定する駅を選定した。選定基準は下記に示す。

対象交差点のまわりに RAB を導入するスペースがあるか、混雑の原因が信号による待ち時間によるものかを選定基準とした。その結果多磨駅、舞浜駅を対象駅とした。

- 1) 駅前広場前の交差点周辺に建物がないことが挙げられる。
- 2) 駅前広場の混雑の原因が信号の待ち時間によるものとする。
- 3) 混雑度合いが適切な駅とする。

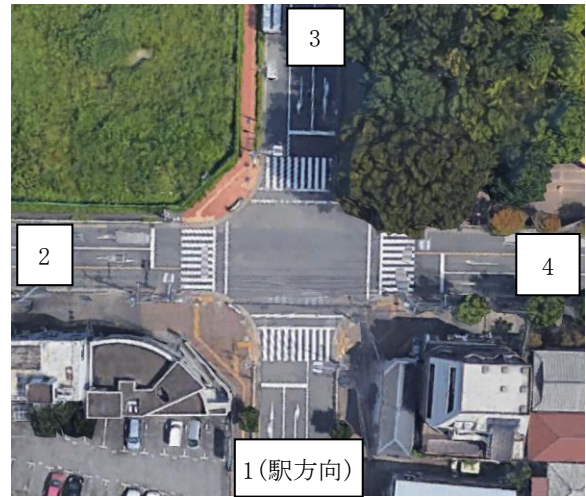


図-1 多磨駅前の交差点

表-1 多磨駅前の交差点におけるOD交通量 [台]

O/D	1	2	3	4	合計
1		19	7	21	47
2	21		8	170	199
3	4	5		7	16
4	27	200	15		242
合計	52	224	30	198	504

表-2 多磨駅前の交差点における歩行者数 [人]

横断歩道	1	2	3	4
歩行者	21	25	11	152

現示階梯	1Φ					2Φ					合計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2-4方向 車両											
1-3方向 車両											
2-4方向 歩行者											
1-3方向 歩行者											
6:30~9:00	31	5	3	3	3	22	5	2	3	3	80

図-2 多磨駅前交差点の信号現示

① 多磨駅

交通量・歩行者数等を把握するため、平成29年7月26日 6:30~9:00で多磨駅前の交差点でビデオ観測を行った。対象交差点は図-1のように方向1~4を定めた。ビデオ調査の結果によって、交差点におけるOD交通量、横断歩道の歩行者数は、順に表-1、表-2に示す通りとなった。また、信号現示は図-2に示す。

② 舞浜駅

舞浜駅前の交差点でビデオ観測は、平成29年9月14日 7:30~9:00の間に行った。対象交差点は図-3のように方向1~3を定めた。舞浜駅前交差点におけるOD交通量，横断歩道の歩行者数は，順に表-3，表-4に示す通りとなった。信号現示は図-4に示す。

3.2 RAB の導入による遅れの推定

RAB 導入前後の遅れ時間の算出は既往研究の式を用いた。

RAB 導入前の遅れ時間 d_b [秒]は交通信号手引き³⁾によると式(1)で表される。

$$d_b = \frac{(1-g)^2}{2(1-\lambda)}c + \frac{X^2}{2q(1-X)} - 0.65 \left(\frac{c}{q^2}\right)^{\frac{1}{3}} X^{(2+5G)} \quad (1)$$

d_b : 任意の流入路の車両1台当たりの平均遅れ時間[秒]

c : サイクル長[秒]

g : 当該流入路のスプリット(= G/C)

G : 青時間の長さ[秒]

q : 当該流入路の需要交通量[台]

s : 当該流入路の飽和交通流量[台/秒]

X : degree of saturation(= $q/(sg)$)

λ : 需要率

RAB 導入後の遅れ時間 d_a [秒]は制御遅れ d_1 および幾何構造遅れ d_2 の和で表されるものとする。

d_1 は，ラウンドアバウトマニュアル¹⁾によると式(2)で表される。

$$d_1 = \frac{3600}{c_i} + 900T \left[x_i - 1 + \sqrt{(x_i - 1)^2 + \frac{(3600/c_i) \cdot x_i}{450T}} \right] \quad (2)$$

q_i : 流入部*i*の交通量[台/時]

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[秒]

歩行者を考慮した場合，交通容量は康ら⁵⁾が定義した交通容量 c_{RAB} を使った。式は式(3)に示す。

$$c_{RAB} = A * \exp(-B * q_{cir}) - C * q_{cir} * \exp(-B * q_{cir}) \quad (3)$$

q_{cir} : 流入部の正面右側直近断面の環道交通量[台/時]

A, B, C : 歩行者を考慮したパラメーター推定値

パラメーターの説明については，参考文献に載せたので，詳しい説明はここにしない。

表-1，表-2の値を式(1)で示したRAB導入前後の遅れ時間の式に代入することで遅れの推定を行う。図-3に流入部別にRAB導入前の遅れ時間 d_b [秒]と導入後の遅

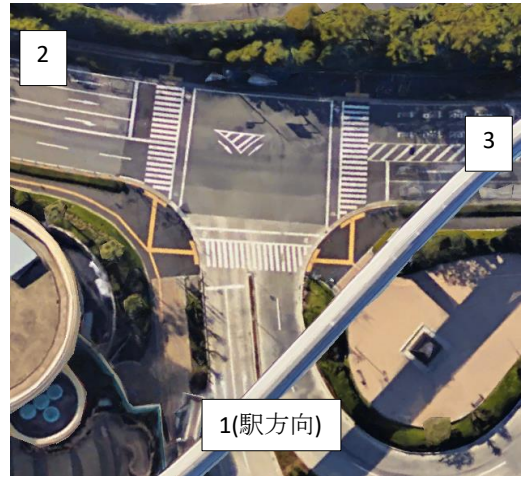


図-3 舞浜駅前の交差点

表-3 舞浜駅前の交差点におけるOD交通量 [台]

O/D	1	2	3	4
1		110	150	260
2	95		134	229
3	158	229		487
合計	253	339	284	976

表-4 多磨駅前の交差点における歩行者数 [人]

横断歩道	1	2	3
歩行者	316	1627	269

現示階梯	1Φ				2Φ			3Φ			合計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2,3方向 車両											
1方向 車両											
歩行者											
7:30~9:00	30	12	3	3	31	3	3	35	7	3	130

図-4 舞浜駅前交差点信号現示

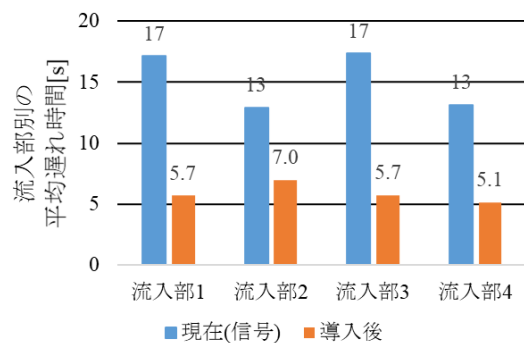


図-5 多磨駅におけるRAB導入前後の遅れの推定

れ時間 d_a [秒]を示す。

図-5 より、多摩駅前交差点における全流入部は、RAB 導入後の方が遅れ時間が短縮していることがわかる。ゆえに多摩駅において RAB を導入することで遅れ時間を短縮できると推定できる。

舞浜駅交差点における遅れは、表-3、表-4 の値を式(1)で示した RAB 導入前後の遅れ時間の式に代入し、推定した。表-5 に舞浜駅交差点流入部 1,2,3 における RAB 導入前の遅れ時間 d_b [秒]は、それぞれ 17.1, 12.9, 17.4 になる。一方、導入後の遅れ時間 d_a [秒]は、流入部 1, 流入部 2 において ∞ の値をとった。ゆえに、舞浜駅において RAB を導入すると、遅れ時間が増大することが推定できた。この原因は、舞浜駅は交差点における総歩行者数が 2212[人/時]であり、多摩駅における 209[人/時]と比較して多く、RAB が機能しなかったからだと考えられる。

推定結果によって、車両及び歩行者交通量によって、RAB の導入効果が異なることが分かった。また、駅広場を利用するバスまたはキスアンドライド駐停車など複雑の状況があるので、理論的な推定は駅の状況は全面的に把握することはできない。そのため、交通シミュレーションを用い、駅前の信号交差点に RAB を入れ替える効果を推定する。

4. VISSIM お使い RAB 導入前後で遅れの感度分析

交通シミュレーションソフト VISSIM を用いて RAB 導入効果の検証を行った。VISSIM を用いることで、交通量・歩行者数を任意に設定できるため、交通量・歩行者数が現在より増えた際の遅れ時間も検証することができる。

RAB の導入を検討するモデル駅の選定方法について説明する。モデル駅は日本の多くの駅に応用できるように、最も多い駅前広場の型のワンループ型(駅前広場の入口から出口までが1つのループ)の駅を対象とした。また RAB の導入を検討する交差点周辺に建物がないかも考慮した。その結果モデル駅に多摩駅の構造を用いることにした。

4.1 VISSIM における設定値

VISSIM における設定値について説明する。主な設定値は簡単に説明する。

① 車種

車種に関しては、一般車、バス、大型トラック、自転車などがある。それぞれの車種の割合を入力することができる。

② 速度

速度に関しても車種ごとに設定することができる。また、最高速度と最低速度を入力することができる。本研究では、最高速度と最低速度の平均が平均速度になるように設定した。

③ 駐停車

一般車は多摩駅、舞浜駅のビデオ調査の結果、朝の通勤時間のため送り車がほとんどであった。そこで一般車の駐停車する割合、時間はそれぞれ 100%、10 秒とした。

④ 優先ルール

優先ルールに関して説明する。優先ルールは、「最小ギャップ(minimum gap time)」および「最小車間距離(minimum headway distance)」という 2 つのパラメーターをキャリブレーションすることによって、非優先道路のギャップアクセプタンスを再現する機能である。

今回は「最小車間距離」は既定値 5[m]とし、「最小ギャップ」を流入車および後続環道車の車種ごとに調整することで、車種構成によるクリティカルギャップの違いを再現できるようキャリブレーションを行った。今回の入力値は後藤ら⁹⁾の設定値に参考した。

⑤ コンフリクトエリア

歩行者の横断がコンフリクトエリアで実現された。

⑥ 交通量

交通量について説明する。交通量は車両を発生させたい道路上に自身で設定することができる。交通量は 1 時間あたりの台数を入力することで設定することができる。

⑦ 車両追従挙動

車両追従挙動について説明する。車両追従挙動は、平均停止距離 a_x (average standstill distance)、希望安全距離 d_x (desired safety distance)、希望安全距離の倍数部分 d_{x_mult} (multiple part)の 3 つをキャリブレーションすることで再現できる。後藤ら⁹⁾の研究に参考し、本研究は $a_x=2.0$ 、 $d_x=3.1$ 、 $d_{x_mult}=0.6$ と設定した。

⑧ 信号現示

信号現示について説明する。信号は道路上の任意の位置に設置することができる。またサイクル長や青・黄・赤などの各スプリットの時間を自身で設定することができる。

⑨ 歩行者

歩行者について説明する。歩行者は発生させたいエリアを設置する。エリアで 1 時間あたりの歩行者の発生人数を任意に入力することができる。エリアを設置したら、発生地点と目的地を結ぶ経路を設定することで、歩行者を歩かせることができる。

4.2 交通量・歩行者の一般化指標

VISSIM では、交差点の流入交通量[台/時]を 700, 800, 900, 1000 の 4 通り、交差点の歩行者数[人/時]を 800, 1200, 1400 の 3 通り設定し、12 通りのシミュレーションを行った。遅れ時間の計測方法は(1)で述べたものと同様であり、全流入部の遅れ時間の平均値を比較した。シミュレーションの結果は図-6 に示す通りである。

図-6 から、歩行者が 1200[人/時]程度までなら交通量に関わらず RAB 導入後の方が遅れ時間は短い。歩行者が 1400[人/時]程度であれば、交通量 800[台/時]以上になると、RAB 導入前の方が遅れ時間が短い結果となった。

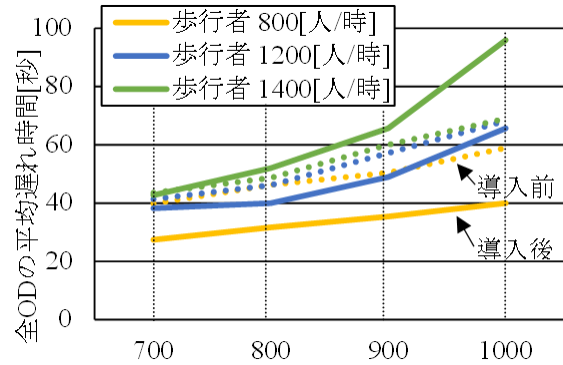


図-6 交通量・歩行者の一般化指標

して謝意を表す。

5. 結論

交差点の歩行者が 209[人/時]と少ない多磨駅において、RAB を導入すれば遅れ時間を短縮できることがわかった。一方交差点の歩行者が 2212[人/時]と多い舞浜駅に RAB を導入すれば遅れ時間が増大することがわかった。また、交通量・歩行者の一般化指標として、歩行者が 1200[人/時]程度までなら交通量に関わらず RAB 導入後の方が遅れ時間は短い。歩行者が 1400[人/時]程度であれば、交通量 800[台/時]以上になると、RAB 導入前の方が遅れ時間が短い結果となった。

ゆえに現在駅前広場に混雑が発生している駅の改良に、または新しい駅をつくる場合、RAB は駅前の混雑削減のための 1 つの解決方法になることが期待される。

謝辞

本研究は、(独)日本学術振興会・科学研究費若手研究(B)NO.17K14743による研究助成を受けている。ここに記

参考文献

- 1) ラウンドアバウトマニュアル, 交通工学研究会, pp.1, 丸善出版, 2016.
- 2) ラウンドアバウトの社会実装と普及促進に関する研究 III 報告書 H2645, 国際交通安全学会, 2014.
- 3) 交通信号の手引き, 交通工学研究会, pp.18, 2008.
- 4) 小滝省市・高山純一:都市中心駅の駅前広場における容量不足の要因及び課題に関する研究, 土木学会論文誌 D3(土木計画学), No.5, pp.725, 2014.
- 5) 康楠・中村英樹・神戸信人:日本におけるラウンドアバウト流入交通容量推定モデルに関する研究, 交通工学論文誌, Vol.1, No.5, pp.19-28, 2015.
- 6) 後藤梓・康楠・中村英樹・真島君騎:ラウンドアバウト流入交通容量推定のための大型車の乗用車換算係数, 交通工学論文誌, 2巻, 6号, 2016.

A STUDY ON RELIEVING TRAFFIC CONGESTION OF STATION SQUARE THROUGH INTRODUCING ROUNDABOUT

Yuta SEKINE, Nan KANG, Shintaro TERABE, Hideki YAGINUMA, Kousukei TANAKA

In cities, station square will be crowded and congested with vehicles due to high traffic volume and in-appropriate signal setting of the entry/exit intersection. Since roundabout can shorten the vehicle delay time through reducing useless signal time, it is expected that congestion at the station square due to the signalized intersection can be improved by introducing roundabout. In this research, we examined several applying conditions such as vehicle and pedestrian volume for converting signalized intersection to roundabout through conducting case study by using VISSIM. As a result, through the case study of Tama Station which has small number of pedestrians (<210 (people/hour)), it is showed that roundabout can provide better performance than original signalized intersection. While, through the case study of Maihama Station which has large number of pedestrians (>2213(people/hour)), it is showed that roundabout cannot provide better performance than original signalized intersection. In addition, it was found that when the traffic volume is less than 1000 (vehicle/hour) and the number of pedestrians is less than 1,200 (people/hour), roundabout can shorten the delay time. Therefore, this study demonstrated that roundabout can be expected to be an appropriate solution for improving the congested situation of station square.