

IV-58 歩行者系交通を考慮したロータリー交差点の整備計画に関する研究*

北海道大学 学生員 長岡 修
 北海道大学 正 員 高野 伸栄
 北海道大学 正 員 佐藤 馨一

1.はじめに

北海道内には、旭川市、釧路市、小樽市の3箇所にロータリーが設置されている。我が国の場合、これは珍しいことで、全国的には設置されている交差点はほとんどない。これに対して欧州諸国では、近年ロータリーの再評価がすすんでおり、その設置箇所が増加している。

一般に、ロータリーは交通量が増大した交差点では通行する車両を処理しきれないとされていた。しかし、1960年代にイギリスで*Offside Priority Rule*(以下OPR)が導入されたことで、ロータリーでも、全ての場合ではないが、高い交通容量を実現した。同時にこの規則を適用した場合では安全面でも優れているとの研究成果もあげられている。また、欧州諸国ではロータリーを都市景観の向上、速度抑制に役立てる等、交通処理施設以外のソフトウェア的機能にも着目している。

ロータリーには「混合交通には適用できない。特に歩行者が多いときには特別な措置が必要」という短所がある。このことに関してはロータリーに関する研究がすすんでいる欧州諸国においても大きな課題になっている。

そこで本研究においては、我が国の街路においてロータリーを設置が望まれる交差点やロータリーが適合する交差点を示し、我が国においてロータリーが定着するための指針を示すことを目的とする。

2.ロータリーの盛衰

戦前、我が国ではロータリーは循環整理法と呼ばれ、断続整理法とともに交差点の制御方法のひとつであった。断続整理法には、

- ・交通が断続するため路面が有効に使えない
- ・停止時に時間損失が生じる
- ・交通整理に多数の警官を必要とする

等といった欠点があるのに対し、循環整理法ではこれらの欠点を補うことができるとされ、昭和9年の東京和田

倉門交差点を皮切りに多数のロータリーが設置された(図1参照)。しかし、終戦後では大型車両の増加と交通量の増大、ロータリーにおける事故の増加等が目立ち始める。さらにアメリカの占領政策の影響を受け、ロータリーは信号交差点にとって代わられることとなる。そして現在では数カ所で見られなくなった。

3.欧州諸国の動向

3.1.Offside Priority Rule

近年欧州諸国ではロータリーの設置交差点が増加している。これは、1960年代にイギリスで「ロータリー流入部では流入しようとする車両は環道上の車両に通行を譲らなくてはならない」というOPRの適用によるところが大きい。

それまでは、ロータリーでの車両の優先関係は特に定められてはいない、もしくは流入車両に優先権があった(図2参照)。このため、交通量が増えてくるとロータリーからの流出車両は流入車両にブロックされるという事態が生じ、環道上に車両がたまり、ひいては流入車両までがブロックされることがあり、ロータリーは全く機能しないものとなった。これを避けるために、長い織り込み区間を持たせていたので、各流入部間が長距離化し、中央島も大きくなり、ロータリーが大規模化して

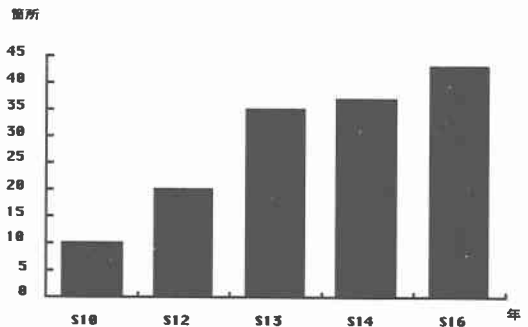


図1.東京のロータリーの設置年と設置数

*) : A Study on Roundabout Planning that Taking Account of Pedestrians and Bicycles
 by Osamu NAGAOKA, Shin'ei TAKANO, Keiichi SATOH

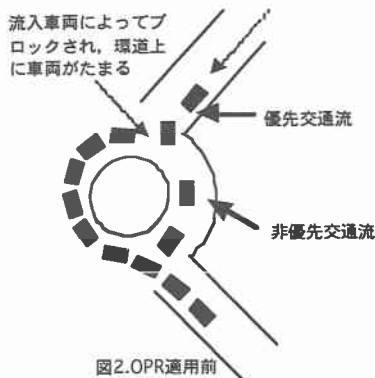


図2.OPR適用前

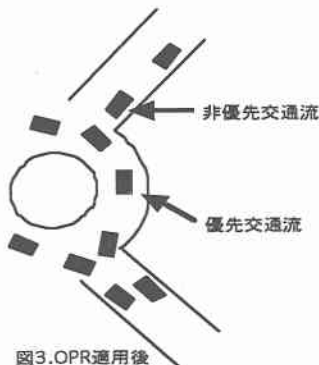


図3.OPR適用後

いった。結果として、ロータリーの設置交差点が限定されるようになっていった。

しかしOPRの適用後（図3参照）は、交通量が増大しても環道上の車両やロータリーからの流出車両に優先権があるので、スムーズな流出ができるようになり、織り込み区間の必要もなくなった。そのために、ロータリーを小規模化させることができるようになった。結果として、ロータリーを設置できる交差点が多くなった。

3.2.欧州の事例・研究

欧州諸国では、ロータリーの設置交差点が増加するのに伴い、ロータリーに関する研究もすすんでいる。

交通容量面では、Wardrop¹⁾、Blackmore²⁾、Kimber³⁾らは実験的アプローチ、Armitage and McDonald⁴⁾は理論的アプローチによって、ロータリーの交通容量算定式を求めている。その結果として、全ての場合ではないが、OPR適用後のロータリーにおいては、高い交通容量が証明された。

交通安全面での研究成果も多い。Green⁵⁾は信号交差点、優先道路指定のみの交差点をロータリーにすること

で、事故は減少し、特に死傷事故は30%程度が減少するとしている。Lalami⁶⁾は、イギリスにおいて信号のない交差点からロータリーに変更した交差点での事故件数の変化をまとめている。そこではロータリーの設置で全体の事故件数は40%程度が減少し、死亡・重傷事故は69%が減少すると示している。

このように、交通容量の高いロータリー、安全性の高いロータリーは全てOPRを適用している。OPRは欧州諸国のロータリーにとって不可欠なものとなっている。

3.3.ソフトウェア的機能

交通を円滑に効率よく、安全に処理するための施設であるロータリーだが、このこと以外にもロータリーは機能している。欧州諸国でははこの機能に着目し、ロータリーを設置した例も多い。本研究においては、それらをソフトウェア的機能として、以下にまとめる。

1)ランドマーク

その地区の中で重要な交差点に設置することで、ロータリーが当該地区の顔となる。京都市西京桂坂団地で、団地の入り口に団地のシンボルとして設置された例がある。さらに、中央島に彫像、モニュメント等を置くことでロータリーそのもの、ロータリーを含めた周辺部においての良好な街路景観の形成が可能になる。

2)速度抑制

交差点がOPRを適用したロータリーにするとそれまでの交差点であれば持っていた道路の主交通、従交通の概念が薄くなり、全ての流入部が従交通化する。つまり、ロータリーの流入部で車両は一時停止を余儀なくされる。その結果として、ロータリー周辺部での速度抑制が自然と実現され、交通安全にも大きく貢献できる。また、この意図的に速度を抑制させるためにロータリーを設置する場合もある。そのために欧州では単路部に設けている例もある。

3)結節点

性格の異なる地区の間にロータリーを設置し、それを単独ではなくネットワークを形成するようにすることで、自動車の運転者に場所の移り変わりを容易に認識させることができる。近年、フランスやスイスで設置されたロータリーにはこれを意図したものが多い。

4)交通広場

ロータリーが地区の中でのランドマーク、シンボルと

して存在するような場合、そこに自動車のみならず、歩行者も集散することが多い。そのとき、そこへバス停などを併設させることで、ロータリーがターミナルとして機能する。小樽市桜町ロータリーにその事例を見ることができる。

4.ロータリーが適合する交差点

旭川市のロータリーは市の中心部に隣接し、国道40号線を含む6枝交差点である。また、釧路市のロータリーなども市の中心部に位置し、国道38号線、国道44号線を含む6枝交差点である。この中でも旭川市のロータリーは運転者などからロータリーそのものに対して見直しが叫ばれている。これらのロータリーでは共にOPRは適用しておらず、車両の優先関係は基本的には流入車両に優先権がある。

OPRを適用していない交差点では、交通量が増加してくると、車両を処理しきれず、ロータリーが機能しなくなるといったことが起こった。このとき、OPRの適用でこの問題が解決されることは上述の通りである。

ここにOPRを適用したロータリーを考える。環道上の交通を主交通、各流入部の交通を従交通とし、ロータリーをT字交差点の連続と仮定する。このとき、主交通の長さ t のラグまたはギャップに n 台の車両が流入する確率を $P_n(t)$ 、主交通の車頭時間の確率密度を $h(t)$ とすると、1ギャップに n 台流入できる確率 P_n は、

$$P_n = \int_0^{\infty} h(t) P_n(t) dt$$

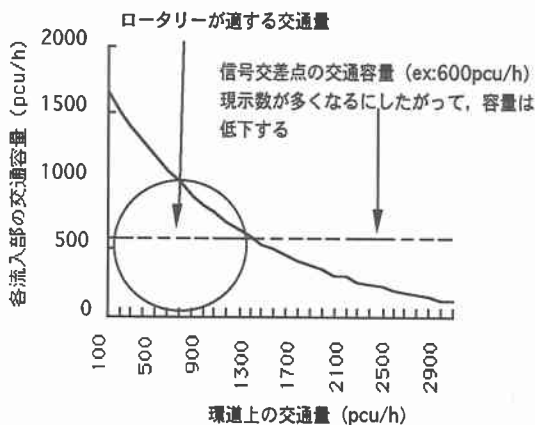


図4.環道上の交通量と各流入部の交通容量の関係

となる。これを一般的なギャップアクセス理論にのせ、環道上の交通である主交通をランダムと仮定すると、従交通から主交通へと流入できる最大交通量（流入容量） q_{max} は、

$$q_{max} = (Qe^{-Q\tau}) / (1 - e^{-Q\tau})$$

Q: 主交通の交通量

τ : 最小受容ラグ

T: 同一のラグ又はギャップに2台以上の車両が流入するときの流入車間の車頭間隔

となる。n枝のロータリーにおいては各流入部の交通 q_k は全て環道上を通行するので、主交通の交通量Qは、

$$Q = \sum_{k=1}^n q_k$$

となり、図4 ($\tau=4$, $T=2$ の場合)の関係になる。

一般の信号交差点では各流入部の交通容量は飽和交通流率に青時間比を乗じた値で示され、交通量の変化にかかわらず、与えられた現示の中で一定である。さらに、交差点の枝数が増加するに伴い、その現示数が多くなり、青時間比は低下し、交通容量も低下する。しかし、ロータリーでは図4に示すような交通容量が実現する。

旭川市、釧路市のロータリーは、交差点位置からして共に交通量が多い交差点である。図4から判断すると、各流入部の交通容量が低いのも当然である。さらに、ロータリー内での車両の優先規則が運転者に明確に理解できるようには取り決められていない。この2点がロータリーの見直しが叫ばれる大きな要因である。

つまり、ロータリーの設置に際しては「交通量が比較的小さい交差点」であることが不可欠な要因であり、交差点の枝数が多くなるほど交通容量に差がでる。

我が国におけるロータリーの再生方策は山田⁷⁾により提案されている。そこでは主にロータリーを速度抑制のために利用する等のソフト的機能に着目している。

北海道の場合、札幌都心部等の一部を除くと、交通量は比較的小さい。しかし、信号制御されている場合が多い。この信号交差点で受ける機会損失も大きい。また、道路構造令により「道路は、駅前広場等特別の箇所を除き、同一平面で5以上交差させてはならない」とされているが、多枝交差点は多数存在している。それらを一般

的な方法では解消できない場合もある。

このような場合にロータリーは非常に有効である。そして、ソフト的機能が働き、さらなる価値が付加される。また、単にソフト的機能だけをねらう場合も有効である。

5.ロータリー設置に向けての課題

ここまで説明してきた中ではロータリーはその設置交差点を誤らなければ、非常に有用であると示してきた。しかし、更なる問題点が存在する。それは「混合交通には適用できない。特に歩行者が多いときには特別の措置が必要」である。既存の国内外のロータリーでは、中央島、環道には歩行者を通行させていない。つまり、歩行者は環道より外側を旋回させているので、他の形式の交差点より大回りになる。したがって、歩行者系交通の通行という視点ではロータリーは好ましくないものとされるのも当然である。

歩行者系交通を横断させるために施設には、横断歩道、歩道橋、地下歩道がある。歩道橋と地下歩道の場合、建設費、維持管理費が高いだけではなく、利用者が立体的な移動を避け、施設が利用されないことが多い。また、欧州のロータリーでは自転車レーンや自転車通行帯を設けた例があるが、我が国の場合では歩行者、自転車ともに歩道を通行するので、これらの施設は混乱を招くだけである。したがって、通常は横断歩道となる。

交通量が多くなると、歩行者系交通の横断時間の確保、安全の確保のために信号が必要となる。しかし、それでは「交通を停止させることなく処理する」といったロータリーの長所が活かない。歩行者用の信号が設置されていない横断歩道では、道路交通法上では歩行者系交通優先が原則である。しかし、実際にはそのことが遵守

されているとはいいがたい。その原則が完全に遵守されているならば、歩行者系交通にとっては、ロータリーを旋回することでの歩行距離の増大はあるが、信号交差点と比べて待ち時間、遅れ時間等のサービス水準は低くはならない。

ここに、ロータリーの流入部を考える。ここでは、歩行者が横断に要する時間以上のギャップ又はラグが存在するときに横断可能であると仮定する。このとき、歩行者の横断可能確率と交通量の関係を一般的な車頭時間の確率密度モデルより求めると、図5のようになる。

図5より、前節で示したような交通量が比較的少ない場合では、歩行者は高確率で横断可能である。つまり、信号制御していない場合でも歩行者系交通へのある程度のサービス水準を保てる。ロータリーが歩行者系交通が対応しないというのは設置箇所そのものに誤りがあり、さらに優先原則の不徹底、運転マナーの不足等があるからである。

6.おわりに

ロータリーは多枝、変形交差点の解消も容易に行え、ソフト的機能も付加される施設である。さらに、OPRを適用したロータリーでは、従来のロータリーよりも大きな交通容量が実現し、安全性も高い施設である。従来の交差点よりロータリーの方が優る場合、ロータリーの有用性を活かせる交差点も存在する。そういった場合にロータリー設置の検討が望まれる。しかし、我が国ではその数の少なさのため運転者が不慣れなことが多い。よって、我が国でのロータリーの設置、定着のためには運転者のOPR適用のロータリーの理解、歩行者系交通に対してのモラルの向上が重要となる。また、それらに結びつく運用方策を見いだすことが今後の課題となる。

参考文献

- 1) Lane,R.(1968), Introduction to traffic engineering, *Traffic Engng Control*, February, pp492-495. 2) Blackmore(1971), Capacity of single-level intersections, RRL Report LR 356,Rord Reserch Laboratory, UK 3)Kimber(1980), The traffic capacity of roundabout, TRRL Report LR942. 4) Armitage,D.J,andM. McDonalld(1974), Roundabout capacity, *Traffic Engng Control*, October, pp812-815. 5) Lalani,N.(1975), The impact on accidents of the introduction of mini,small and large roundabouts at major/minor priority junctions, *Traffic Engng Control*, December, pp560-561. 6) Green,H.(1977), Accidents at off-side priority roundabouts with mini or samll islands, TRRL Report LR774, Transport and Rord Research Laboratory, UK: 7) 山田晴利(1994), 街路における静穏化手段に関する研究, 東京大学学位論文

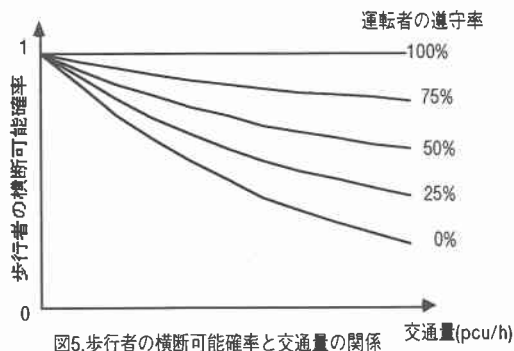


図5.歩行者の横断可能確率と交通量の関係

遵守率：横断歩道にいる歩行者を横断させるために一時停止をする流入車両の割合