

KAKEN
17404010

合理的な道路幾何構造設計と 交通運用実態に関する海外学術調査

(課題番号 17404010)

平成17年度～平成18年度科学研究費補助金
(基盤研究(B)) 研究成果報告書

平成19年3月

研究代表者 中 村 英 樹

(名古屋大学大学院工学研究科助教授)

はしがき

近年、日本の道路も整備改良が進み、街路、都市間道路を問わず外観上立派な道路構造を持つ区間が増えてきたが、走行性を始めとした道路の交通機能の点において、依然として道路構造に見合った性能が十分確保されているとは言い難い状況にある。本来通行機能が確保されるべき幹線道路では、多くの信号交差点や路上駐車や沿道施設からの出入りなどにより円滑な走行を妨げられる一方、アクセス機能や滞留機能が確保されるべき細街路では車両と歩行者が入り乱れ、ときには裏道として利用する通過交通までもが侵入するのが実態である。これら各種道路の機能性不十分の背景には、i)道路の機能分担とそれを反映した道路幾何構造設計の考え方の不完全さ、ii)利用者行動に合致しない合理性不十分な道路構造と交通運用、iii)道路幾何構造と交通運用の不整合、などの問題があると考えられる。

これに対して、海外におけるいくつかの先進国では、各道路区間の機能に見合った合理的な道路幾何構造と交通運用の組み合わせを確保するために、きめ細かな配慮や工夫がなされている事例が少なくない。例えば、遅れや容量低下を極力小さくするための交差点構造と信号制御、ネットワーク階層区分に応じた街路構造と交通規制、高速道路における柔軟な車線運用とそれを考慮した道路構造などに、それらは見ることが出来る。日本においても、各道路区間の幾何構造要素と交通運用について今一度原点から見直し、機能に応じた性能を保証する道路幾何構造設計法と運用手法を取り入れてゆくことが求められる。

本研究は、日本において交通運用と一体となった道路幾何構造の設計手法を検討して行くために、それらが一部実運用されている海外数カ国において情報収集や観測調査を行ったものである。すなわち、(a)現地研究者・実務技術者へのヒアリングによる道路の計画設計手法の考え方に関する情報・資料収集、(b)道路幾何構造・交通運用の実態調査、および(c)利用者行動・車両挙動の現地観測等、計画設計手法と運用実態に関する情報、ならびに道路構造・交通実態データを収集することを目的としたものである。

本報告書は、道路の機能確保の上で特にネックとなると考えられる、信号交差点(第1部)、ラウンドアバウト(第2部)など平面交差部の形態、形状・大きさ・路面マーキングなど設計諸元、制御手法と利用交通実態、ならびに街路構成要素の設計、路面マーキング方法と、一方通行・乗り入れ規制・路上駐車処理などの交通運用実態(第3部)、について重点的に調査を行い、その成果をとりまとめたものである。

なお、本海外学術調査を進めるに際して、下記の方々から惜しみない協力をいただいた。ここに氏名を記して謝意を表する：

- ・ Prof. Dr.-Ing. Manfred Boltze (Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Darmstadt, Germany)
- ・ Dipl.-Ing. Axel Wolfermann (同上)
- ・ Dipl.-Ing. Wolfgang Kittler (同上)
- ・ Dipl.-Ing. Ralf Tank (Straßenverkehrsamt, City of Darmstadt, Germany)
- ・ Prof. Dr.-Ing. Werner Brilon (Ruhr Universität Bochum, Germany)
- ・ Dr. Agachai Sumalee (Institute for Transport Studies, University of Leeds, UK)
- ・ Mr. Stephen D. Clark (Leeds City Council, UK)
- ・ Prof. Dr. John Black (University of Sydney, Australia)
- ・ Mr. Alan Dixon (Transport Management Center, Roads and Traffic Authority, Sydney, Australia)
- ・ 鈴木一史(名古屋大学大学院工学研究科 博士後期課程)
- ・ 馬淵太樹(同上)
- ・ 唐 克双(同上)

平成 19 年 3 月

研究代表者

名古屋大学大学院工学研究科助教授 中村 英樹

研究組織

- 研究代表者： 中村英樹(名古屋大学大学院工学研究科 助教授)
研究分担者： 尾崎晴男(東洋大学工学部環境建設学科 教授)
大口 敬(首都大学東京都市環境学部 准教授)
研究協力者： Manfred Boltze (Technische Universität Darmstadt 教授)
Werner Brilon (Ruhr Universität Bochum 教授)

交付決定額(配分額)

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 17 年度	5,400,000	0	5,400,000
平成 18 年度	7,700,000	0	7,700,000
総 計	13,100,000	0	13,100,000

研究発表

(1) 学会誌等

- 1) 中村英樹・中井麻衣子：路上駐車を考慮した街路構造，交通工学，Vol.41, No.6, pp.40-44, 2006.11.
- 2) 大口 敬：先進諸国における路上駐停車管理事例，交通工学，Vol.41, No.6, pp.45-49, 2006.11.
- 3) 中村英樹・馬淵太樹：車両間交錯度を考慮したラウンドアバウトと信号交差点の性能比較分析，交通工学 Vol.41, pp.69-79, 2006.9.

(2) 口頭発表

- 1) 馬淵太樹・中村英樹：車両の交錯リスクを考慮したラウンドアバウトと信号交差点の性能比較分析，第 25 回交通工学研究発表会論文集，pp.45-48, 2005.10.
- 2) 中井麻衣子・中村英樹：路上駐停車の選択的受入れを考慮した街路構造設計に関する研究，第 25 回交通工学研究発表会論文集，pp.109-112, 2005.10.
- 3) 馬淵太樹・中村英樹：ラウンドアバウトの幾何構造と性能に関する検討，土木計画学研究・講演集 No.34, 4 ページ，CD-ROM, 2006.12.
- 4) 馬淵太樹・中村英樹：日本でのラウンドアバウト設計のための調査研究課題，土木計画学研究・講演集 No.33, 4 ページ，CD-ROM, 2006.6.

第1部

信号交差点の構造と運用

1. 本調査の背景および目的

わが国の信号交差点においては、欧米先進国と比べ非常に長いサイクル長が採用されている。このような長いサイクル長がもたらす弊害として交通容量の低下、遅れの増大、待ち行列の長大化などによる走行性の悪化が挙げられる。また、待ち時間の増大に伴うドライバーへの心的ストレスの増加によって、信号切り替わり時の危険なフライング発進や駆け込み進入が誘発され、出会い頭事故の主要な要因ともなっているものと考えられる。わが国において長いサイクル長が採用される大きな理由として、交差点容量の確保、および歩行者青時間の確保という2点が挙げられる。しかし現状では、容量上問題のない交差点においてすら長いサイクル長が設定されているのが実態となっている。

その一方で、海外におけるいくつかの先進国では、信号交差点での遅れや容量低下をできる限り抑えるために、交差点構造や交通制御手法において多彩な工夫を施した事例が多数見受けられる。これらの事例については既に文献等で紹介されつつあるものの、このような道路構造や交通制御によって、利用者挙動にどのような影響が生じているのかについて分析が行われることは稀である。

そこで本調査では、わが国では見られない幾何構造および交通制御によって運用がなされている海外諸国の信号交差点において利用者挙動データを収集し、このような交差点でいかにして短いサイクル長を実現しているのかについて分析を行うことを目的とする。さらに、これら海外諸国で一般的な道路幾何構造および交通制御手法を、わが国において適用する上での課題についても示唆する。

2. 日本およびドイツにおける交差点の設計・運用の考え方

日本における現行の道路計画設計手法は、基本的に単路部と同様の考え方に基づいている。これまで日本においては、計画設計の段階でサービス水準のチェックは行われてこなかった。それにより、日本の交差点の設計運用の実態は、道路ネットワーク全体での交差点固有の機能およびOD交通特性から定まる交差点性能を考慮するのではなく、道路の種級区分に基づき交差点の設計および運用を行うことが一般的となっている。その結果、効率的な交差点利用が行われなことが多く、例えば、都心部において大型車交通量の少ない交差点であっても、それら大型車の通行に対応させるために幅員の広い車線や大きな半径の隅角部を持った交差点設計がなされることになる。このような交差点設計によって交差点規模は大きくならざるを得ず、交差点設置のために広い用地が必要となる。また、歩行者青時間やクリアランス時間を長くする必要が生じることで、サイクル長は不必要に長いものとなってしまふ。このような長いサイクル長が設定されることで交差点容量は増加するものの、同時に遅れも増大することになる。日本の信号交差点の設計運用のガイドラインである『交通信号の手引き』には、信号交差点での遅れの評価手法が示されているものの、実際には徹底されていないのが実態である。以上のような日本での交差点の設計・運用により、不必要に大きなサイズの交差点設計がなされ、さらに欧米先進国と比較して長いサイクル長、かつ画一的な信号制御パターンで運用されている交差点が実態として多数存在する。

一方ドイツでは、ボトルネックベースの道路の設計計画手法が導入されている。この手法により道路の計画設計の段階で、道路ネットワーク内での当該交差点の位置づけ、およびOD交通特性も含んだ利用特性に基づき、それらに相応しい交差点性能を明確にすることが可能となる。その一方で、ドイツにおける交差点計画設計もまた、交差道路の階級区分に大きく依存していることは確かである。しかしながら、交通流のサービス水準を犠牲にすることなく安全性を確保することで、求められる性能を達成するきめ細かく柔軟な設計の工夫が、交差点の計画および設計の段階で取り入れられている。このような運用手法によって、コンパクトな交差点サイズ、導流化された右折車線（日本での左折車線）、そして青開始前の黄・赤同時点灯による予告現示と監視カメラによる信号無視車両の取り締まり、さらには動線別に行われた多現示な感応制御といった特徴的な交差点運用が普及している。設計計画段階では通常、交差点の利用特性に応じた代替案が事前に複数計画され、円滑性および安全性を考慮しながら、その交差点に求められる性能水準を満足する運用方法が選択される。ドイツにおいては一般に、柔軟な交差点の設計および運用によって、サービス水準の確保に留意している点に大きな特徴がある。

3. 海外諸国における信号交差点運用の特徴

海外諸国における信号交差点では、車線別に信号灯器が設置される場合も多く、多現示かつ動線別の制御が広く普及している。現示は車線別に設置された感知器からの情報に基づいて、その組み合わせや表示時間の長さが動的に変化する。また、多車線道路が交差し交差点サイズが大きくなる場合には、導流化による右折車両の譲れ制御や中央帯を活用した歩行者の2段渡しなどが積極的に導入されており、わが国よりも柔軟な道路構造・交通制御が行われている。

本章では、海外諸国における信号交差点の道路幾何構造および交通制御手法にみられる特徴について、わが国と比較しながら述べることとする。以下において道路幾何構造では、(1)車線構成、(2)隅角部および停止線、(3)横断歩道、(4)導流化と交通島、(5)信号灯器の設置位置、について取り上げ、交通制御手法では、(1)主な制御手法、(2)サイクル長、(3)信号現示の順序・組み合わせ、(4)インターグリーン時間、(5)横断歩行者への対応、について取り上げる。

3.1 道路幾何構造

3.1.1 車線構成(車線幅員・車線運用)

日本では、車線幅員の標準値として、種級区分に応じほぼ一律に2.75～3.5m(2.75, 3.0, 3.25, 3.5のいずれか)と定められている。そして、右折/左折車線などの付加車線を設ける場合には、その幅員は3mを標準としており、都市部などにおいて空間的・財政的な制約により拡幅が困難、かつ大型車混入率が低い場合に限り2.5mまでの縮小を検討することができるとされている(『平面交差の計画と設計 基礎編』より)。一方ドイツでは、交差点全体の処理能力を上げるために、車線幅員よりもむしろ流入部車線数の確保に重点を置いている。車線幅員は必ずしも一律ではなく、走行車両の車種および走行速度に応じて柔軟に設定される。例えば、図3.1のように車線幅員を2.3m程度にまで縮小して、方向別に独立した3車線分を確保しているところもある。この例は必ずしも一般的なものではないが、このような狭小幅員は交通状況に応じてドイツではむしろ日本よりも積極的に導入がなされている。これにより、例えば、日本では単路部と同一の道路幅員および車線数のまま交差するのに対し、ドイツでは単路部よりも車線数を多めに確保するために道路幅員も交差部で大きく膨らむといふように、単路部と交差部の幾何構造上の大きな違いとなって現れている。

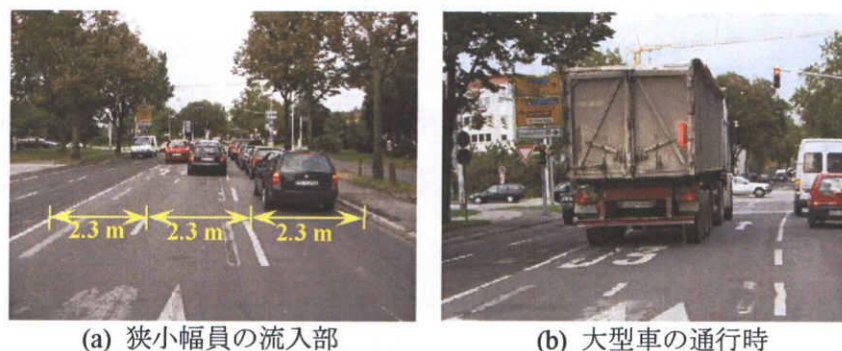


図 3.1 狭小幅員による車線数確保と大型車の通行

3.1.2 隅角部および停止線

一般に、停止線の設置位置は隅角部半径、横断歩道幅員、およびそれら相互の間隔から設定される。日本において隅切り長は、道路の交差角、歩道等の幅員、設計車両およびその通行方法により検討されるが、参考値として種級区分に応じた隅切り長の標準値が示されている。また、車両の通行上からは隅切りを必要としない場合でも、歩行者および自転車の安全確保上ある程度の見通しを確保するために設けるべきとしている。日本の実態としては、直進車と分離されていない左折・直進共用車線のある交差点において、歩行車横断待ちの左折車両の滞留スペース確保を目的として、大きめの隅角部半径が設置されることが多い。この結果、左折車両の進入速度が高くなることで横断歩行者の安全性を脅かすことになるほか、違法に路上駐車が行われるケースが後を絶たない。それに対してドイツでは、隅角部は歩行者や自転車などの存在を確認できるよう車両の走行速度を落とすために、可能な限り小さくすることという原則を励行している。ドイツにおける実態としては、不必要な隅切りはとられることもなく比較的コンパクトな隅角部の交差点になっている。

また停止線に関しては、海外諸国の交差点において、そのセットバック量は日本と比較して短い。多くの交差点において停止線は横断歩道から1m程度の位置に設置されており、停止線の傍らに信号灯器柱が設けられているケースがほとんどである(図3.2)。日本においては、停止線は交差道路の右左折車の走行に影響を与えない位置に設置すべきとあり、横断歩道がある場合は、その手前1~2mの位置に設置するとされている(『道路構造令の解説と運用』より)。それに対してドイツでは、横断歩道の手前から最低1mの位置に設置するとしている(『RiLSA』より)。信号灯器との設置位置関係および視認性との関連もあるが、実態として日本と比べ海外諸国では、停止線位置は可能な限り交差点に寄せて設置されていることが多い。



図 3.2 信号柱と停止線の設置位置関係

3.1.3 横断歩道

日本では、横断歩道の幅員は原則として幹線道路相互の交差では4m、細街路相互の交差では3mを最小とするとあり、歩行者交通量など必要に応じて1m単位で広くすることができるとされている(『道路構造令の解説と運用』より)。しかしながら、交差点ごとに歩行者交通量に応じて幅員を変化させることは好ましくないとされ、実態としては歩行者交通量の極めて少ない交差点においてすら、4m近い幅広な横断歩道が設置される例もみられる。一方ドイツでは、歩行者交通量および歩行者の横断特性に応じて3~12mの間でなければならないとされており(『RiLSA』より)、通常は4mとなっている。

3.1.4 導流化と交通島

海外諸国では特に中規模以上の交差点において、右折車(日本では左折車)を常時右折可とする導流化が積極的に導入されている(図3.3)。導流化により右左折待ち車両を直進交通から分離でき、交通島の存在によって走行速度を抑える効果がある。とりわけ多車線道路の交差する大規模交差点では、長くなりがちな横断距離を短縮するために中央分離帯にも歩行者信号を設置し、中央分離帯を境に歩行者を2段階で横断させることで短い歩行者青時間で歩行者を横断させている。日本においても、大規模な交差点においては導流化を行っているところもあるが、マーキングで車両の走路を示すのみで物理的なデバイスとしての交通島を設置しないことが多い。横断歩行者も導流化されていない交差点と同様の方法で横断させている。物理的に交通島を設置する場合と比べ、このような路面標示のみでは効果は少なく、実態としては導流路を路上駐車車両が塞いでいることが多い。また、横断歩道もセットバックするため停止線間距離が長くなり、結果的に交差点サイズも大きくなることで長大なクリアランス時間を必要としてしまう。

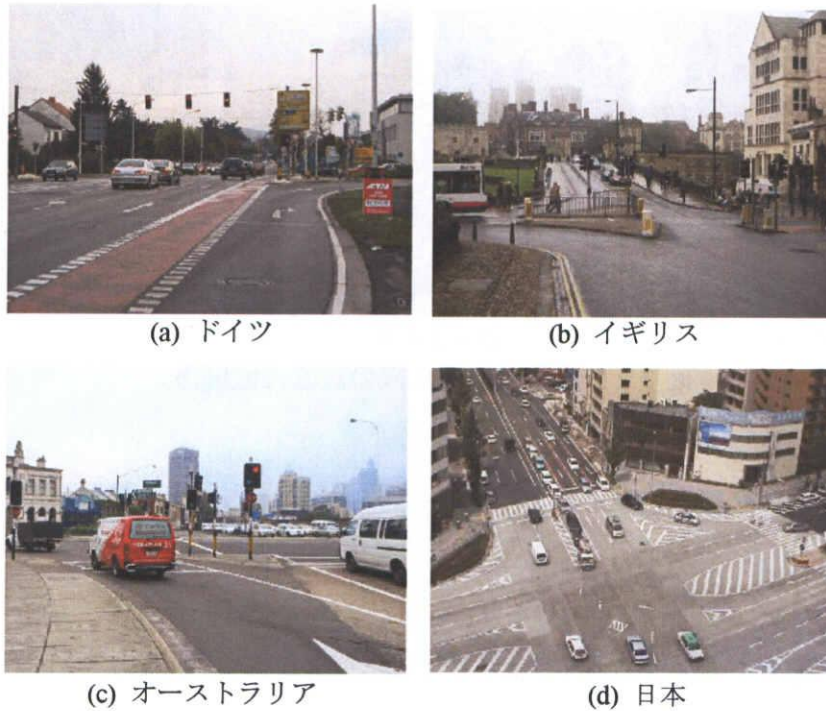


図 3.3 各国の交差点導流化の例

3.1.5 信号灯器の設置位置

日本では、1流入路に対して2面設置、すなわち、流入路に対して左向こう側と右手前側に灯器が見える形が標準形とされている(『平面交差の計画と設計 基礎編』より)。また、信号灯器の信号面は交差交通から見えなくすべきとされているもの(『道路構造令の解説と運用』より)、実際には左向こう側に設置された信号灯器が交差交通からも視認できてしまう。このことがドライバーにとって現示切り替わりタイミングを予測可能とし、出会い頭事故の発生要因でもある見切り発進を誘発する恐れがある。

それに対してドイツでは、特に多車線流入部において信号灯器が停止線手前の上部に設置されているほか、側柱にも歩行者用灯器とともに設置されていることが一般的となっている。この点に関しては、ドイツのガイドラインであるRiLSAにおいても留意点として言及されており、運用実態とも合致している。また、イギリスにおいては主として停止線両サイド、オーストラリアでは停止線両サイドと向こう側両サイドに設けられた高さ3m程度の信号柱に灯器を設置している例が多く見られる(図3.4)。このように日本と比べ諸外国の信号交差点では、自方向以外に表示される信号灯器を容易に視認できぬよう配慮が徹底している。



図 3.4 信号灯器の設置位置

3.2 信号制御

3.2.1 主な制御手法

ドイツでは動線別感応制御が主要交差点において広く導入されている。動線別(movement)感応制御とは、個々の動線に割り当てる青時間を交通需要に応じて動的に変化させることのできる制御手法のことである。そのため、一般的に動線別制御は運用性能の点でより効率的なものとなるが、路線系統制御の中に組み込むことが困難である。

多くの場合、中規模および大規模な交差点において多現示での制御が行われており、動線ごとの現示数や青時間は車両感知器データや制御ロジックに合わせて可変となっている。このような制御手法は動線ごとに個別に設置された車両感知器や信号灯器、場合によっては左折専用車線などのような専用の車線構成や制御装置が必要となる。ドイツにおける動線別感応制御の基本的な動作は、停止線から30~40mほど離れた位置に設置された車両感知器上を車両が2~5秒間(通常は3秒)にわたって通過しないときは、青現示を打ち切るというものである(図3.5)。さらに、停止線手前に設置された車両感知器が信号待ち車両を検出し、車両が存在しない場合には当該車線に青現示を表示しないよう制御(現示のスキップ)されている。これにより通常は多現示制御が行われるようになり、現示パターンや青時間は頻繁に変わることとなる。

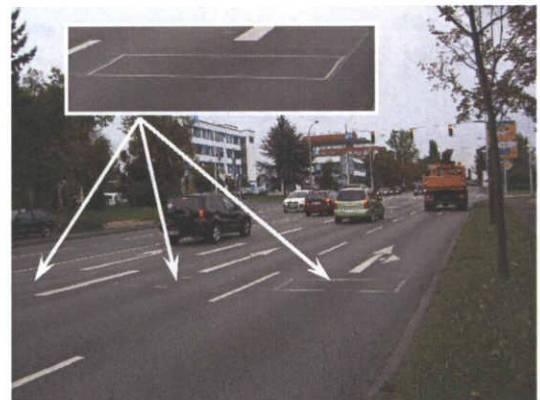


図 3.5 車線ごとに設置された車両感知器 (ドイツ)

それに対して日本では、定周期制御およびパターン選択制御が主として適用されており、後者のパターン選択制御では、一日単位あるいは2.5分/5分/15分間隔といった車両感知器のデータ出力間隔の単位で、交通量や占有率に応じて事前に設定された複数の制御パターンから最適なパターンが選択される。しかしながら、日本における典型的な四枝交差点では、依然として従来からの2現示

制御(右折専用現示なし), 3現示制御(一方の交差方向にのみ右折専用現示あり), 4現示制御(両方の交差方向に右折専用現示あり)が主流となっている。

3.2.2 サイクル長

日本, ドイツともにWebsterの遅れ推計式が最適サイクル長の算出に用いられている。日本においてはサイクル長の現実的な最大値として120秒, 実用上の限界最大値として180秒程度が提示されている(『交通信号の手引き』より)。しかしながら, その運用実態は, 需要の小さい交差点においてすら120秒を超える長いサイクル長の設定された交差点が多数存在しているのが現状である。このような長いサイクル長が設定される理由として, 日本では交通容量および歩行者青時間の確保を重視している点が挙げられる。

それに対して一般に欧米諸国では, サイクル長に60~90秒といった短い値が採用されており, 120秒を超えるサイクル長が設定されることは稀である。一般に, サイクル長は短くなるほど現示の切り替わり回数は増加し, それに伴い交差点の容量は低下する傾向にある。このような切り替わり時の損失を抑えるために, ドイツにおいては後述する予告現示を青現示の開始前に表示することで, 発進時の損失をできるだけ減少させるよう工夫を施している。

3.2.3 信号現示の順序・組み合わせ

一般に, サイクル長が短くて信号現示の切り替わり回数が多いほど, 発進遅れによる損失時間は増大する。そこで, 短いサイクル長で交差点運用が行われているドイツおよびイギリスでは, 図3.6に示すように青現示の開始前に赤・黄灯器を1~2秒同時に点灯させて青現示の開始を予告し, ドライバーに発進準備をさせることで損失時間を減少させる工夫がなされている。ただし, 同時にフライングの危険性も高まるため, ドイツにおいては違反車両を取り締まる監視カメラも交差点付近に併せて設置され, 厳格な取り締まりが行われている。



図 3.6 黄・赤現示の組み合わせによる予告現示の例

3.2.4 インターグリーン時間

黄時間の設定方法は, 日本およびドイツともに, ジレンマゾーンとオプションゾーンの考え方に基づいた同様の計算式を用いており, 算出に用いる反応時間と平均減速度が若干異なる程度である。

それに対して全赤時間の設定方法は、日本とドイツでは2006年に改訂された日本の『交通信号の手引き』の発刊前後で大きく異なる。『交通信号の手引き』の改訂前では、日本における全赤時間の設定方法は停止線間距離に基づくものであった。一方ドイツでは、コンフリクトポイント(異なる現示での交通流が交錯する点)までの距離に基づき設定される。このような違いにより、同一の交差点条件であっても、ドイツに比べ日本では長い全赤時間が設定されることになる。ドイツの場合、万が一ドライバーが信号無視をして交差点に進入した場合には、短い全赤時間であるがゆえに危険にさらされることは明白である。このような信号無視を防ぐため、ドイツでは監視カメラによる取り締まりが実施されている。

3.2.5 横断歩行者への対応

歩行者青時間の設定に関して、日本では横断歩道全体を通常の設計歩行速度(1.0m/秒)で渡るのに必要な青時間が設定されており、歩行者交通量に応じて青時間は適宜追加される。それに対してドイツ、イギリス、オーストラリアでは、横断歩道の半分の長さを設計歩行速度で渡る時間とされている。従って、海外諸国の青時間は日本に比べて短くなっている。また、歩行者用信号現示の表示における特徴としては、日本では赤-青-青点滅-赤であるが、ドイツでは赤-青-赤、イギリスでは赤-青-滅灯-赤(Farside方式)または赤-青-赤(Nearside方式)、オーストラリアでは赤-青-赤点滅-赤というように表示に違いが見られる。

海外諸国において横断距離が長くなり得る交差点では、中央帯において歩行者の滞留スペースを設けることにより、2段階で横断させている事例が多数存在する(図3.7)。また、中央帯分にも歩行者信号を設けて2段階制御を行うことで、車両同線との分離を行いつつ歩行者の青時間を短くして運用している交差点が、とりわけドイツ、イギリスにおいて多数見受けられる。



図 3.7 海外諸国における横断歩道

3.3 まとめ

前述のように海外諸国における信号交差点では、日本と比べ短いサイクル長で運用されている。一般に、このような短いサイクル長により損失時間は増大するものの、海外諸国では損失の発生を

できるだけ抑えるために道路幾何構造および交通制御手法の面で多彩な工夫を施すことで、柔軟な交差点運用を実現している。現状におけるわが国の信号交差点運用実態と照らし合わせると、これら海外諸国の運用方法は現状のわが国における交差点運用を改善していく上で、大いに参考になると考えられる。

4. 交通運用実態調査

海外諸国で行われている様々な道路幾何構造および交通制御手法が、利用者挙動にどのような影響を及ぼしているのかについて調査・分析を行うため、ドイツ、イギリスにおいてビデオ撮影を主体とした交通流観測調査を実施した。本章では、これら調査の概要について示すとともに、調査対象交差点の幾何構造および信号制御の詳細について述べる。

4.1 調査概要

4.1.1 調査方法

現地においてビデオ撮影、写真撮影および測量などを主とした観測調査を実施し、帰国後ビデオ映像などの解析により分析に必要なデータを収集した。

4.1.2 調査項目

本調査での調査項目は次の通りである。

- ・ 信号切り替わり時の車両および歩行者の挙動
- ・ ギャップアクセプタンス特性
- ・ 利用者間のコンフリクト
- ・ 交差点内における車両の流入速度
- ・ 横断歩道における歩行者の走行特性
- ・ 飽和交通流率

4.1.3 調査対象交差点の選定

各国の大学をはじめとした研究機関との協力の下、上述の調査項目が取得可能、かつ次の条件に該当する交差点の選定を行った。

- ・ 典型的な四枝交差点であること
- ・ 自動車および歩行者の交通量が比較的多いこと
- ・ 導流化のなされた交差点が含まれること
- ・ 信号制御器からの運用履歴データが得られること
- ・ ビデオ撮影許可が得られること

4.2 調査対象交差点の概要

調査対象交差点の概要を表4.1に示す。

表 4.1 調査対象交差点の概要

国名(都市)		ドイツ (Darmstadt)			イギリス (Leeds)	
交差点名		A33	A20	A88		
所在地		(Dieburger (Heinheimer) Str./Pützer Str.)	(Rüdesheimer Str./Karlsruher Str.)	(B3 Karlsruher Str. / B426 Pfungstädter Str.)	Wellington Str./Queen Str.	
調査日時		2006/10/04 15:00~17:00	2006/10/06 9:00~11:00	2006/10/04 9:00~11:00	2006/10/09 17:45~18:45	
信号制 御	制御方式	現示数	2	3~4	5	4
		ギャップ感応制 御	○	○	○	×
		バス優先信号	○	×	○	×
	パラメータ	サイクル長 (最小/平均/最大)	53 / 83 / 114	59 / 70 / 80	74 / 88 / 120	72
		黄時間	3	3	3	3
		全赤時間	4	2 or 6	0 or 1	2
		予告現示	1	1	1	2
	歩行者信号	2 段渡し	×	×	○	○
		歩行者押しボタ ン	○ (障害者用)	×	○	○
	幾何構 造	交差道路の車線数	東西×南北	2×2	4×4	2×4
流入部別の車線構成 (流入方向に対して左側から の順番) L:左折/T:直進/R:右 折(太字は導流化)/B:バス専 用		東側	L/TR	L/T/TR	L/T/R(B)	T/TR
		西側	L/TR	T/TR	L/L/T/R(B)	LT/R
		南側	L/TR	L/T/TR	L/T/T/R	L/TR
		北側	LT/R	L/T/TR	L/T/T/R	LT/R
車線幅員 (最小/平均/最大)		流入部	2.6 / 2.8 / 2.9	2.3 / 2.9 / 3.5	2.7 / 3.2 / 3.5	2.6 / 2.75 / 2.8
		流出部	3.5 / 3.2 / 4.7	2.3 / 3.0 / 3.5	3.3 / 3.5 / 3.7	3.4 / 3.83 / 5
導流化の有無			×	×	○	×
横断歩道幅員[m]			5.0	4.0	4.0	2.7~4.4
停止線間距離[m]		(東西×南北)	41×33	53×43	38×38	40×22
停止線のセットバック量 [m]		東側	13.6	20.4	11.2	17.3
		西側	13.1	13.9	9.4	9.1
		南側	11.6	13.8	7.6	5.1
	北側	14.1	14.6	11.5	5.1	
その他 特記事項		いずれの流入 部も勾配あり		西側流入部の バス専用車線 は共有		

4.2.1 ドイツ

ドイツ、ダルムシュタット市内における調査対象交差点の位置関係を、図4.1に示す。

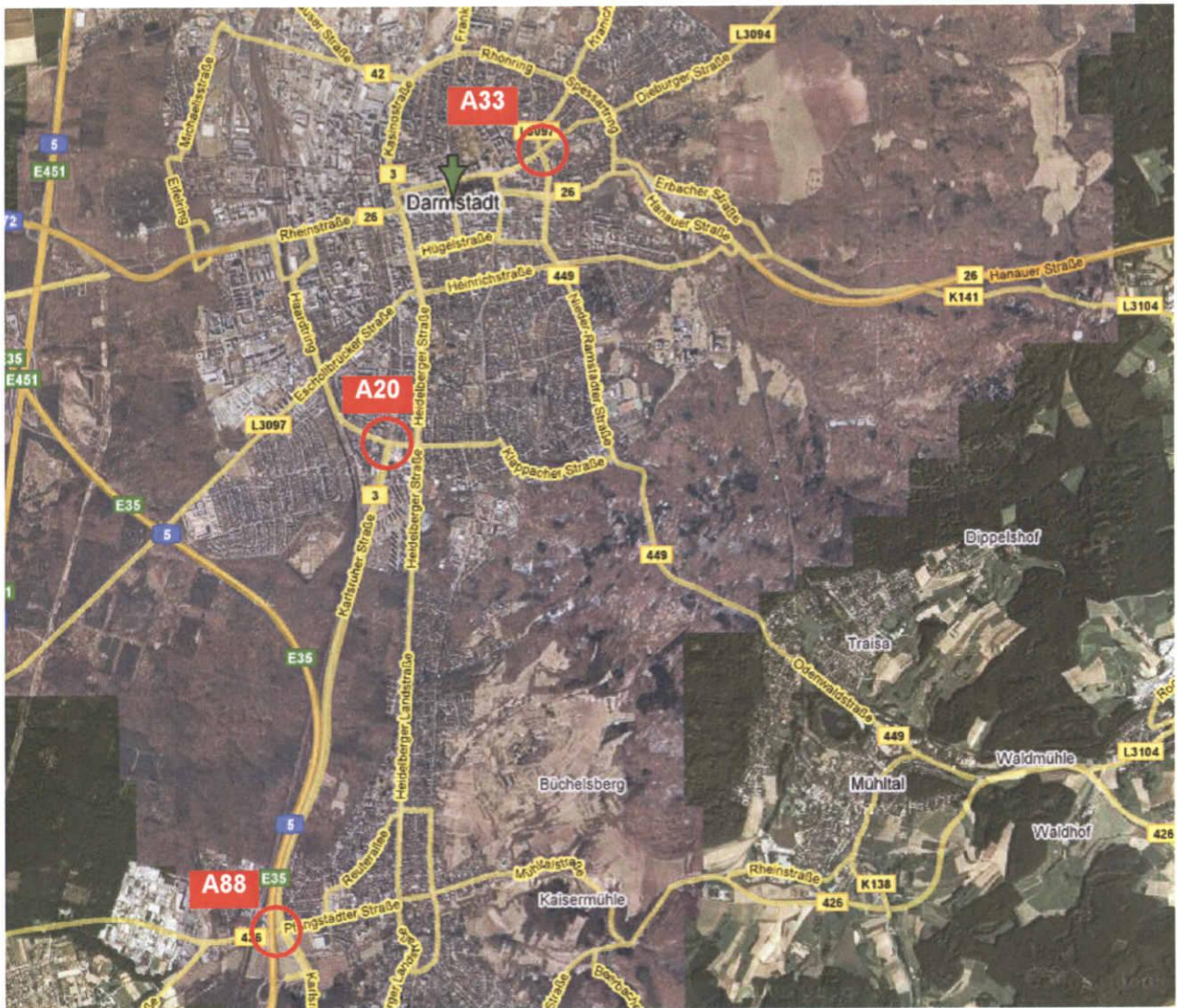


図 4.1 調査対象交差点の位置(ドイツ, ダルムシュタット)

a) A33交差点 (Dieburger (Heinheimer) Str./Pützer Str.)

A33交差点の平面図と方向別交通量，ビデオカメラの設置位置および撮影画像について図4.2に示す。

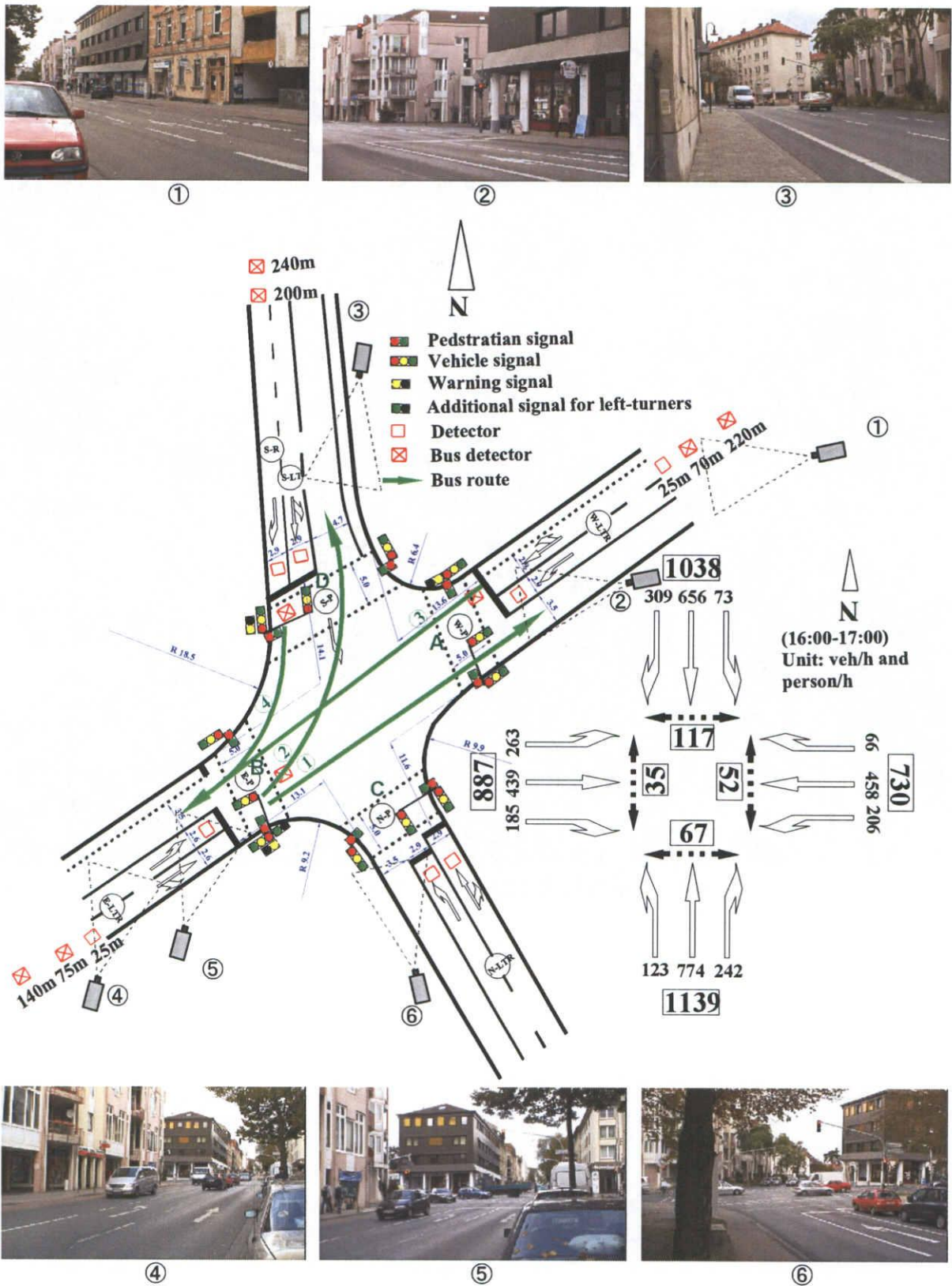


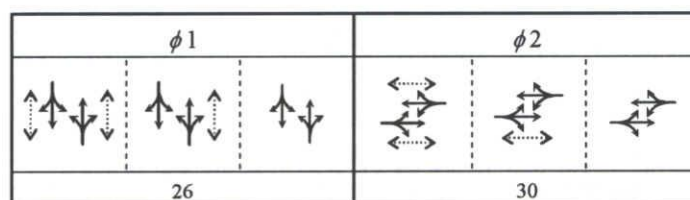
図4.2 交差点の平面図と方向別交通量，ビデオカメラの設置位置および撮影

A33交差点の周辺状況のイメージを図4.3に示す。



図4.3 交差点周辺状況のイメージ(A33交差点)

A33交差点における代表的な信号現示パターンを図4.4に示す。図中の波線は、□ 1、□ 2ともに歩行者の押しボタンによる要求に応じ、同一現示内で左から順に異なる表示時間で表示されることを表している。



サイクル長 70 秒，黄時間 3 秒，全赤時間 4 秒

図4.4 代表的な信号現示パターン(A33交差点)

A33交差点における横断歩道の長さおよび幅員と歩行者青時間の表示状況について表4.2に示す。

表4.2 横断歩道の長さ・幅員と歩行者青時間の表示状況(A33交差点)

横断歩道	長さ[m]	幅員[m]	青時間[秒]			
			平均値	最小値	最大値	標準偏差
A：東側流入部	11.0	5.0	20.5	5	27	4.9
B：西側流入部	10.5	5.0	14.5	5	24	2.9
C：南側流入部	12.0	5.0	28.0	18	67	9.0
D：北側流入部	14.0	5.0	24.8	11	71	10.7

サンプル数=45

b) A20交差点 (Rüdesheimer Str./Karlsruher Str.)

A20交差点の平面図と方向別交通量，ビデオカメラの設置位置および撮影画像について図4.5に示す。

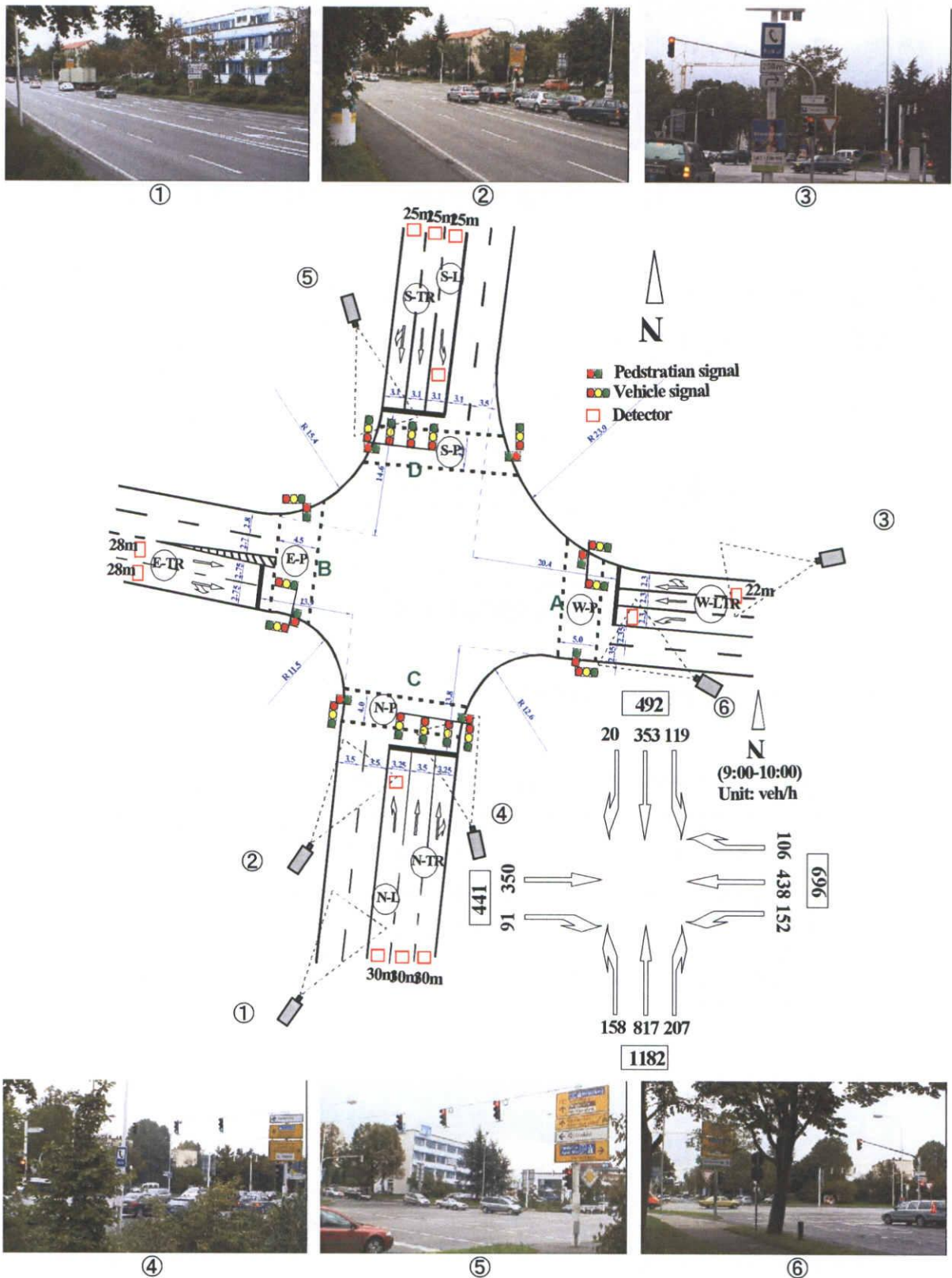


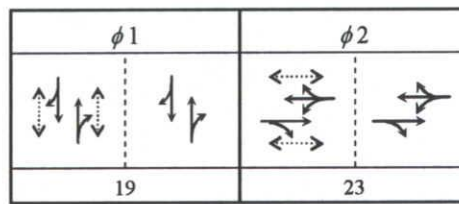
図4.5 交差点の平面図およびビデオカメラの設置位置(A20交差点)

A20交差点の周辺状況のイメージを図4.6に示す。



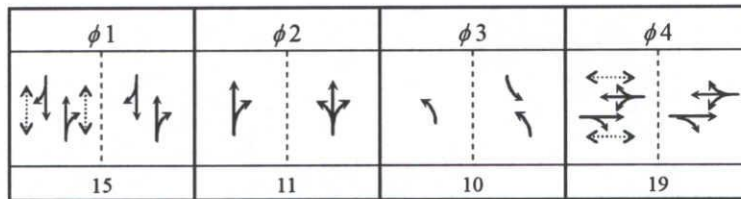
図4.6 交差点周辺状況のイメージ(A20交差点)

A20交差点における代表的な信号現示パターンを図4.7に示す。



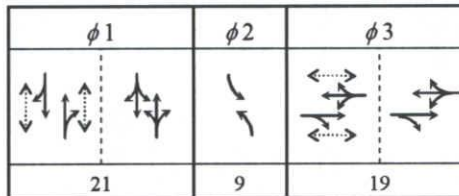
サイクル長 60 秒, 黄時間 3 秒, 全赤時間 6 秒

(a) パターン1



サイクル長 70 秒, 黄時間 3 秒, 全赤時間 2 秒 (□4のみ 7 秒)

(b) パターン2



サイクル長 69 秒, 黄時間 3 秒, 全赤時間 2 秒 (□3のみ 7 秒)

(c) パターン3

図4.7 代表的な信号現示パターン(A20交差点)

A20交差点における横断歩道の長さおよび幅員と歩行者青時間の表示状況について表4.3に示す。

表4.3 横断歩道の長さ・幅員と歩行者青時間の表示状況(A20交差点)

横断歩道	長さ[m]	幅員[m]	青時間[秒]			
			平均値	最小値	最大値	標準偏差
A: 東側流入部	13.0	5.0	11.0	11	11	0.0
B: 西側流入部	13.0	4.5	11.0	11	11	0.0
C: 南側流入部	16.5	4.0	12.0	12	12	0.0
D: 北側流入部	20.0	4.0	11.0	11	11	0.0

サンプル数=37

c) A88交差点 (B3 Karlsruher Str. / B426 Pfungstädter Str.)

A88交差点の平面図と方向別交通量，ビデオカメラの設置位置および撮影画像について図4.8に示す。

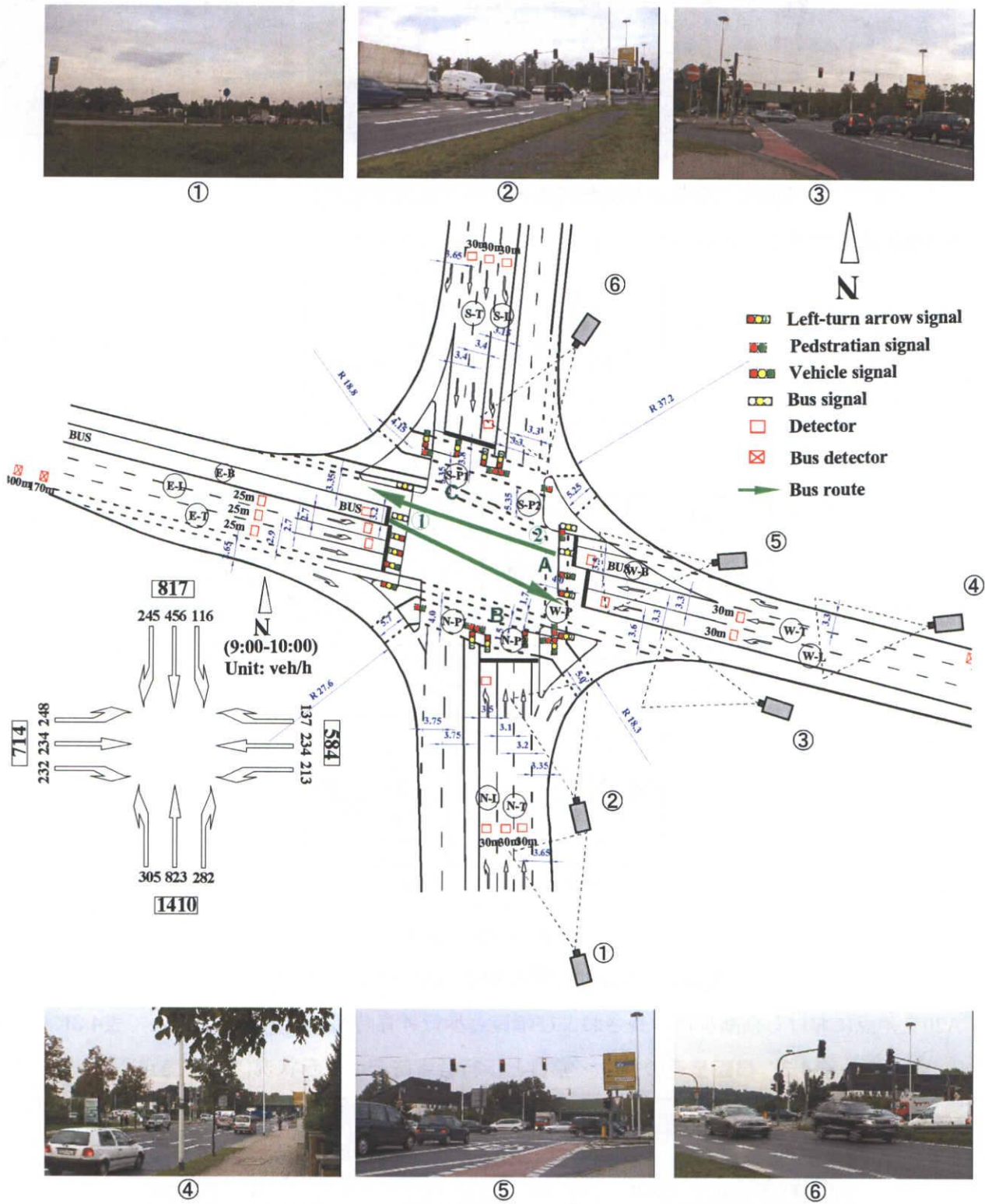


図4.8 交差点の平面図およびビデオカメラの設置位置(A88交差点)

A88交差点の周辺状況のイメージを図4.9に示す。



図4.9 交差点周辺状況のイメージ(A88交差点)

A88交差点における代表的な信号現示パターンを図4.10に示す。

$\phi 1$	$\phi 2$	$\phi 3$	$\phi 4$	$\phi 5$	$\phi 6$
13	12	13	7	8	14

サイクル長 84 秒, 黄時間 3 秒, 全赤時間 1 秒

(a) パターン1

$\phi 1$	$\phi 2$	$\phi 3$	$\phi 4$	$\phi 5$	$\phi 6$	$\phi 7$	$\phi 8$
11	2	19	15	8	8	3	16

サイクル長 93 秒, 黄時間 3 秒, 全赤時間 1 秒

(b) パターン2

$\phi 1$	$\phi 2$	$\phi 3$	$\phi 4$	$\phi 5$	$\phi 6$	$\phi 7$	$\phi 8$
11	2	19	15	8	8	12	7

サイクル長 105 秒, 黄時間 3 秒, 全赤時間 1 秒

(c) パターン3 (バス優先制御)

図4.10 代表的な信号現示パターン(A88交差点)

A88交差点における横断歩道の長さおよび幅員と歩行者青時間の表示状況について表4.4に示す。

表4.4 横断歩道の長さ・幅員と歩行者青時間の表示状況(A88交差点)

横断歩道	長さ[m]	幅員[m]	青時間[秒]			
			平均値	最小値	最大値	標準偏差
A: 東側流入部	17.5	4.0	10.4	8	12	0.8
B: 南側流入部(右半分)	12.0	4.0	2.4	0	8	3.7
C: 北側流入部(左半分)	12.5	4.0	2.4	0	8	3.7

サンプル数=44

4.2.2 イギリス

イギリス、リーズ市内における調査対象交差点の位置関係を図4.11に示す。なお以下では、当該交差点をUK交差点と称することにする。

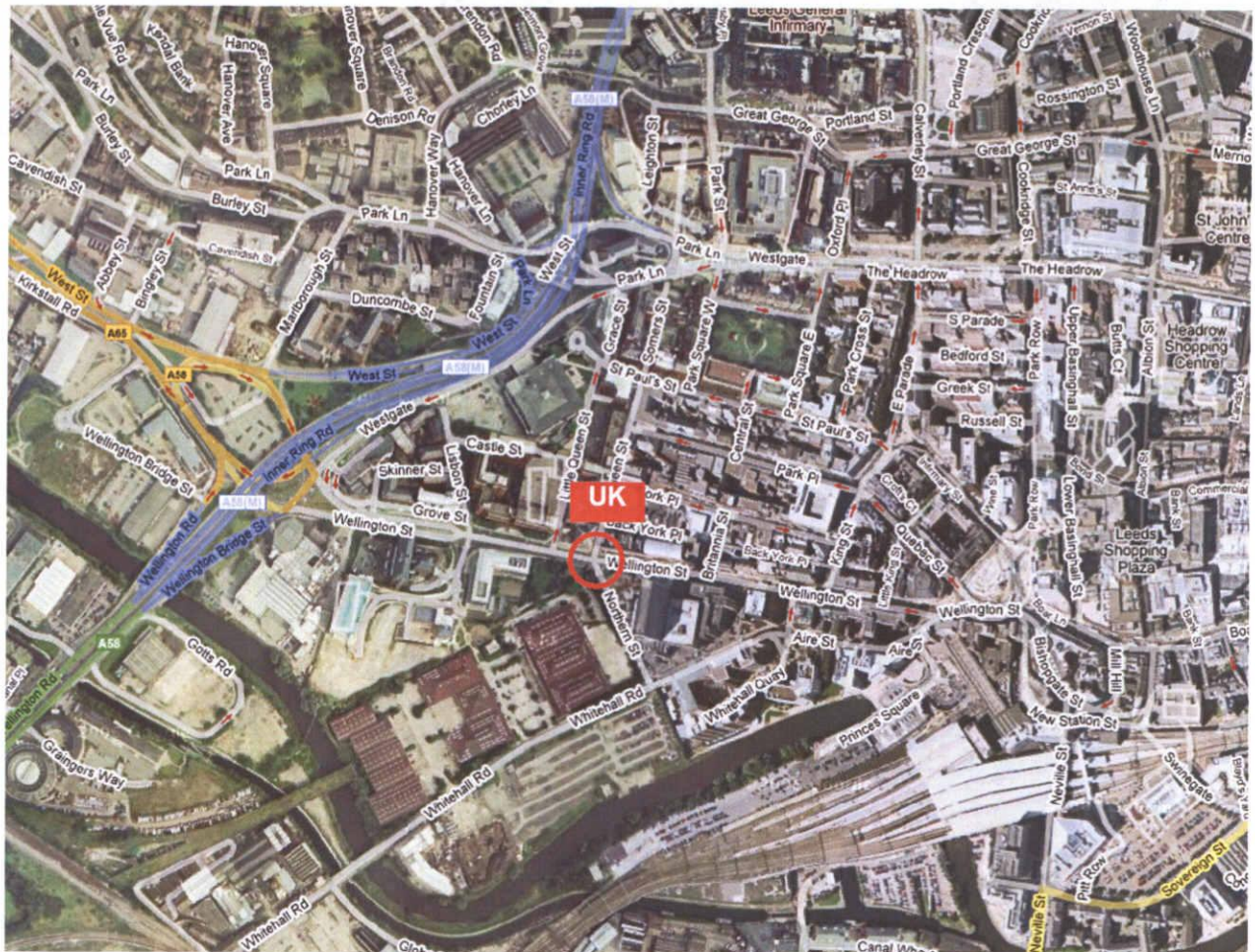


図4.11 調査対象交差点の位置(イギリス、リーズ)

a) UK交差点 (Wellington Str./Queen Str., Leeds)

UK交差点の平面図と方向別交通量，ビデオカメラの設置位置および撮影画像について図4.12に示す。

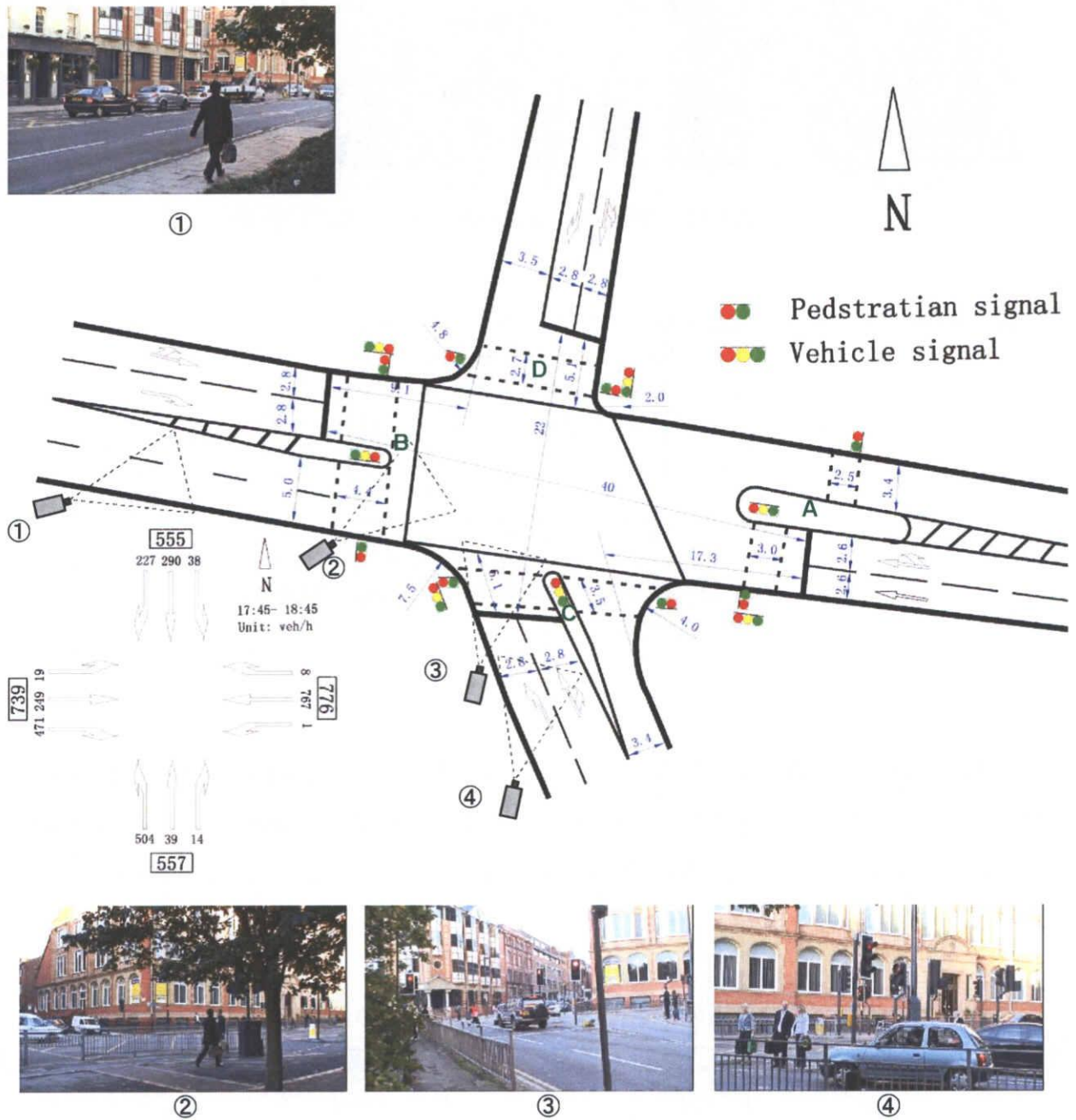


図4.12 交差点の平面図およびビデオカメラの設置位置(UK交差点)

UK交差点の周辺状況のイメージを図4.13に示す



図4.13 交差点周辺状況のイメージ(UK交差点)

UK交差点における代表的な信号現示パターンを図4.14に示す。

$\phi 1$	$\phi 2$	$\phi 3$	$\phi 4$
24	20	9	9

サイクル長 72 秒，黄時間 3 秒，全赤時間 2 秒

図4.14 代表的な信号現示パターン(UK交差点)

UK交差点における横断歩道の長さおよび幅員と歩行者青時間の表示状況について表4.5に示す。なお、UK交差点における歩行者信号については、撮影場所の制約および厳しい日照条件が重なることで映像が逆光下で撮影されており現示の確認が極めて困難なことから、歩行者青時間については観測不可能となっている。

表4.5 横断歩道の長さ・幅員と歩行者青時間の表示状況(UK交差点)

横断歩道	長さ[m]	幅員[m]	青時間[秒]			
			平均値	最小値	最大値	標準偏差
A：東側流入部	3.4 / 5.2	3.0	—	—	—	—
B：西側流入部	5.0 / 5.6	4.4	—	—	—	—
C：南側流入部	11.0	2.5	—	—	—	—
D：北側流入部	10.5	2.7	—	—	—	—

—：撮影条件が悪く現示面の視認が不可能であるため観測されていない

5. 日本および海外諸国における交通運用実態に関する比較分析

本章では、前章に示した実態調査において撮影されたビデオ映像等を基に詳細な分析を加えることで、日本および海外諸国における交通運用実態に関する比較分析を試みる。

5.1 日本の交差点との比較に際して

本調査では、海外諸国における調査対象交差点との比較のために、表5.1に示した日本の交差点を比較対象として取り上げている。これら比較ケースとしての日本の交差点のいくつかは、過去に本調査とは別の交通流観測調査にて実施されたものも含まれる。

表5.1 比較対象とする日本における対象交差点の概要

交差点名			自由ヶ丘3	小針	御器所	下坪
所在地			愛知県名古屋市長久区自由ヶ丘	愛知県小牧市下小針中島	愛知県名古屋市長久区紅梅町	愛知県名古屋市長久区香坂
調査日時			2004/09/14 9:30~11:30	2006/07/09 14:00~16:00	2004/10/15 16:30~17:30	2004/09/08 14:00~16:00
信号制御	制御パラメータ	現示数	3 現示制御 (南北方向に右折専用現示)	3 現示制御 (南北方向に右折専用現示)	4 現示制御	4 現示制御
		黄時間[秒]	3 (右折専用現示は南北3, 東西2)	南北3 東西5 (右折専用現示は南北2 東西5)	4	3
		全赤時間[秒]	南北3 東西0 (右折専用現示は3)	南北2 (右折専用現示は南北4 東西2)	右折専用現示のみ5	右折専用現示のみ3
		サイクル長[秒]	78	150	140	109
幾何構造	交差道路の車線数(東西×南北)		1×1	6×2	2×2	4×4
	流入部別の車線構成 (流入方向に対して左側からの順番) L:左折/T:直進/R:右折(太字は導流化)/B:バス専用	東側	LT/R	LT//R	LT/T/R	LT/R
		西側	LT/R	LT/R	L/T/T/R	LT/R
		南側	LT/R	LT/T/T/R	LT/T/T/R	LT/R
		北側	LT/R	LT/T/T/R	LT/T/T/R	LT/R
停止線間距離[m]		東西 南北	19.3 21.4	55 28	46 47	40 40



(a) 自由ヶ丘3



(b) 小針



(c) 御器所



(d) 下坪

図5.1 比較対象とした日本の交差点イメージ

5.2 交通流特性の比較

信号現示の表示方法の違いが利用者挙動に与える影響について分析するため、(1)発進反応遅れ・発進損失・飽和交通流率、さらには(2)青開始後における停止線通過時の車頭時間の変動、に関して日本およびドイツの2国間で比較を試みる。

5.2.1 発進反応遅れ・発進損失・飽和交通流率

表5.2に、日本およびドイツにおける発進遅れ・発進損失時間・飽和交通流率に関する分析結果を示す。ここで、発進反応遅れ時間および発進損失時間の定義は次の通りである。なお、飽和交通流率は直進専用車線における観測値であり、車線幅員は御器所交差点の2.75[m]を除いて、いずれも3.0[m]以上の幅員となっている。

発進反応遅れ時間： 青現示が表示されてから車両が発進を開始するまでに要する時間
 発進損失時間(Start-up Lost Time)： 青現示が表示されてから待ち行列の4台目の車両が停止線を通り、飽和交通流率に至るまでの時間であり、HCMにおいて次式で定義される。

$$SULT = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4}{4} - \frac{H_1 + \dots + H_n}{n}$$

ここで、 H_n は青開始から n 番目に停止線を通り通過した車両の車頭時間。

表5.2 発進遅れ・発進損失時間・飽和交通流率の比較

国 交差点名		発進反応遅れ [秒]		発進損失時間 [秒]		飽和交通流率 [台/有効青時間]	
		平均 (標準偏差)	サンプル	平均 (標準偏差)	サンプル	平均 (標準偏差)	サンプル**
日本	小針	1.41 (0.93)	78	2.64 (1.53)	40	1773 (212)	40 (3%)
	御器所	1.93 (0.92)	54	2.41 (1.41)	30	1635 (139)	30 (7%)
ドイツ	A20	0.88 (0.69)	104	1.08 (0.91)	55	2058 (242)	55 (1%)
	A88	0.97 (0.68)	87	1.02 (0.68)	27	1765 (243)	27 (4%)

* いずれの交差点も南側流入部における観測値

** () 内は大型車混入率

- ・ 日本と比較してドイツの交差点では、発進反応遅れ・発進損失時間ともに小さくなっている。この点に関しては、ドイツにおける予告現示の影響が現れているものと考えられる。
- ・ A20交差点において飽和交通流率はとりわけ高い値を示している。原因については不明であるが、A20交差点での他の交差点と比べて非常に低い大型車混入率が影響しているものと考えられる。
- ・ 御器所交差点での飽和交通流率は他の交差点と比較して小さな値を示している。この要因としては下流信号交差点の影響、あるいは大型車混入率が他の交差点に比べ高いこと、さらに車線幅員が2.75[m]と狭いことが挙げられる。

このように、ドイツの信号交差点でみられる予告現示が、発進反応遅れや発進損失時間の短縮に影響を与えていることが考えられる。その一方で、飽和交通流率に対しては大きな影響が及んでいないものといえる。

5.2.2 青開始後における停止線通過時の車頭時間

図5.2に、日本およびドイツにおける青開始後における停止線通過車両の車頭時間の変化を示す。

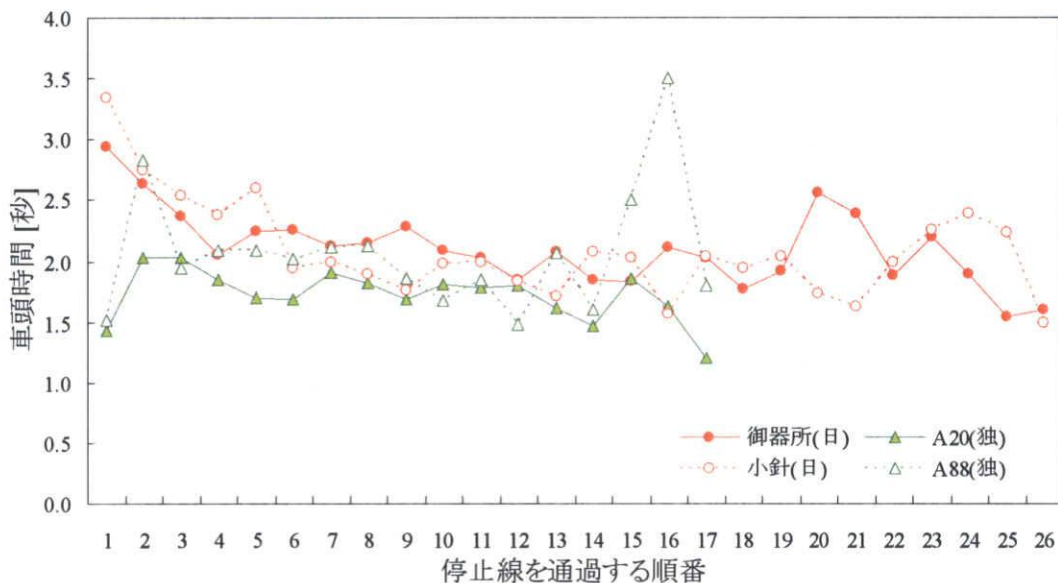


図5.2 青開始後における停止線通過時の車頭時間に関する比較

- ・ 青開始直後に停止線を通過する先頭車両の車頭時間は、日本と比較して50%程度小さい値を示している。この要因として、黄・赤現示の同時表示によるドライバーへの青開始タイミングの予告によって、ドライバーが前もって発進準備をしていることで、速やかな発進が行えることが挙げられる。
- ・ 日本と比べドイツでは、青時間の経過に関わらず車頭時間の変動は比較的小さく、日本よりも小さな車頭時間で捌けている。
- ・ 一般に、青時間の経過に伴い飽和交通流率は低下、すなわち停止線通過時の車頭時間は大きくなる。しかしながらドイツでは、日本において車頭時間が増加する傾向がみられるタイミングで青現示が打ち切られている。

このように日本とドイツで異なる信号制御手法により、限定的ではあるものの交通流特性に違いが現れていることが示された。しかしながらドイツと比べ日本では、街路における信号交差点間隔が一般に短いこともあり、ここで比較対象として取り上げた日本の交差点においては、下流交差点の影響を受けていることも否定できない。この点については、ドイツ、日本ともに調査対象交差点のサンプルを増やし、さらに精査する必要がある。

5.3 利用者挙動に関する分析

前節では、信号制御および道路幾何構造の違いが交通流特性に与える影響についてマクロに分析した結果を示した。本節では、利用者挙動に与える影響についてよりミクロに分析することを目的とし、青丸時における(1)左折車(日本では右折車)の対向直進車両とのギャップアクセプタンス特性、(2)アクセプトギャップとコンフリクトの関係、さらにはインターグリーン時における(3)停止線通過車両の挙動、(4)交差点内における捌け残り状況、について分析を試みる。

5.3.1 青丸時における左折車の対向直進車両とのギャップアクセプタンス特性

青丸時における左折車(日本では右折車)のギャップアクセプタンス特性について比較するため、2現示制御の行われている日本の自由ヶ丘3、小針の2つの交差点と、それらに道路構造および信号制御が類似しているドイツのA33交差点において分析を行った。図5.3に青丸時のアクセプトギャップとリジェクトギャップの累積確率分布を示す。

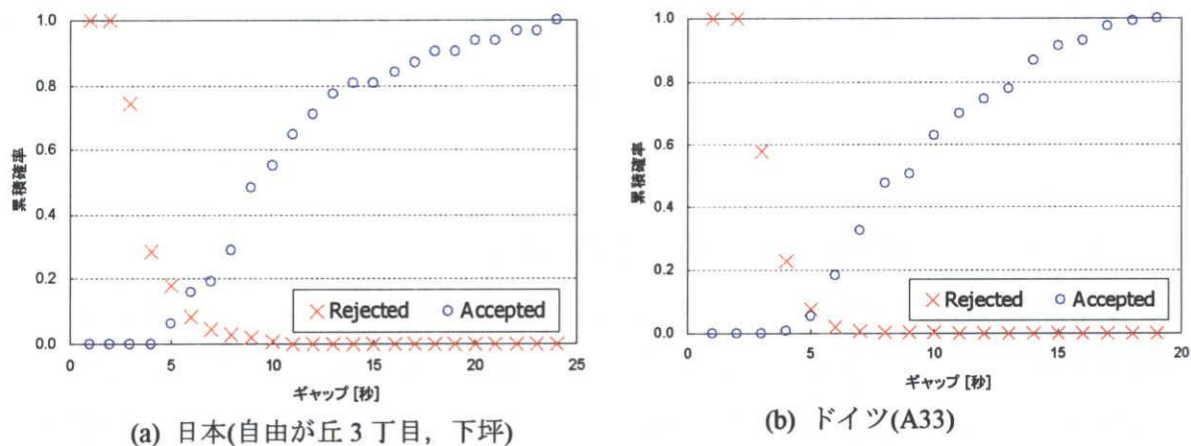


図5.3 青丸時のギャップアクセプタンス特性

- ・ 臨界ギャップについてみると、日本の交差点では約5.5秒、ドイツの交差点では約5.0秒となっており、ここに示したドイツのA33交差点では短いギャップを選択する傾向がみられる。

5.3.2 アクセプトギャップとコンフリクトの関係

また、車両同士の交錯による安全面への影響について把握するために、アクセプトギャップとコンフリクトの関係について分析を試みる。ここでは、このようなコンフリクトを計量するために、Allenら(1978)によって提唱された代表的なコンフリクト指標であるPET(Post Encroachment Time)を適用する。PETは「ある車両がその時点で占有している場所を衝突の可能性のある地点とし、別の車両がその場所に到達する時間」と定義され、値が大きいほど安全であることを示す。今回は、危険性の程度について把握することを目的としているため、PETの逆数を取ることで危険性を表す指標とした。図5.4に日本およびドイツの交差点でのアクセプトギャップと1/PETの関係を示す。

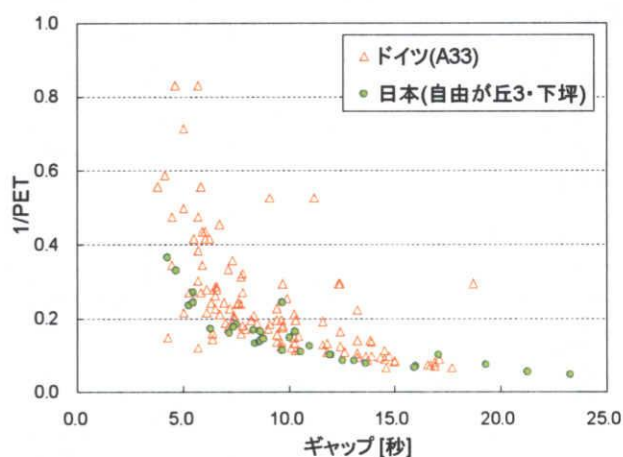


図5.4 アクセプトギャップと1/PETの関係

- ・ 同じアクセプトギャップであってもドイツの交差点では、1/PETは日本の交差点よりも多くが高い値を示している。

- それぞれの交差点における臨界ギャップ付近の1/PETについて比較すると、日本の交差点では1/PETが0.4を超えることはないのに対し、ドイツの交差点では0.4を超えることが多く、0.8以上となるものも存在する。

5.3.3 インターグリーン時における停止線通過車両の挙動

クリアランス時間の設定方法および信号現示表示パターンの違いが利用者挙動に与える影響について分析するため、インターグリーン時における停止線通過車両について分析を行った。ここでは比較のために、黄時間中および赤時間後の停止線通過車両台数それぞれについて、既往研究(Bonnesonら(2003), Schattlerら(2003), Kollら(2004))において一般的に行われているように、「100サイクル当たり」「10000台・サイクル当たり」に換算した指標を用いた。表5.3にこれらの分析結果を示す。

表5.3 インターグリーン時における車線別の停止線通過車両台数の比較

国名・交差点名	流入部の方位	車線運用	観測 サイクル数 [サイクル]	観測交通量 [台]	停止線通過車両台数 [台]				
					黄時間中		赤開始後		
					100 サイクル 当たり(Y)	10,000 台・サイ クル当たり (Y')	100 サイクル当 たり(R)	10,000 台・サイ クル当たり(R')	
日本	小針	南側	直進・左折	50	3335	176.00	5.28	42.00	1.26
			右折	50	157	18.00	11.46	12.00	7.64
	御器所	南側	直進・左折	27	1373	177.78	12.95	18.52	1.35
	下坪	西側	直進・左折	69	864	66.67	7.72	5.80	0.67
	自由ヶ丘3	西側	直進・左折	88	660	30.68	4.65	1.14	0.17
			右折	88	185	11.36	6.14	3.41	1.84
平均					61.29	6.6	10.75	1.16	
ドイツ	A33	南側	直進・右折	85	1016	78.82	7.76	7.06	0.69
			左折	85	123	4.71	3.83	1.18	0.96
		東側	直進・右折	85	524	35.29	6.74	4.71	0.90
			左折	85	206	16.47	8.00	1.18	0.57
	A20	南側	直進・右折	104	1825	86.54	4.74	9.62	0.53
			左折	98	290	13.27	4.57	1.02	0.35
		東側	直進・右折	105	1065	60.00	5.63	7.62	0.72
			左折	105	303	29.52	9.74	4.76	1.57
	A88	南側	直進	85	1517	58.82	3.88	10.59	0.70
			左折	88	595	19.32	3.25	5.68	0.95
		東側	直進	87	465	50.57	10.88	5.75	1.24
			左折	88	408	22.73	5.57	1.14	0.28
平均					40.27	5.69	5.09	0.72	
UK	Leeds	南側	直進・右折	51	53	5.88	11.10	0.00	0.00
			左折	51	504	7.84	1.56	0.00	0.00
		西側	直進・左折	51	268	19.61	7.32	5.88	2.19
			右折	51	471	90.20	19.15	5.88	1.25
	平均					30.88	9.53	2.94	0.91

- 停止線通過車両台数は、黄時間中、赤開始後ともに「100サイクル当たり」では観測交通量が多いほど大きくなる傾向があるものの、「10,000台・サイクル当たり」ではそのよう

な傾向はみられない。

- ・ 黄時間中の停止線通過車両台数に関する「10,000台・サイクル当たり」の国別の平均値を比較すると、日本とドイツでは大きな差はみられない。それに対してイギリスでは両国の1.5倍程度の高い値を示しているが、当該交差点における右折車線での挙動が影響しているものと考えられ、1交差点という限られたサンプルを考慮すると日本およびドイツと大きな差はみられないといえる。
- ・ 赤開始後の停止線通過車両台数に関する国別の平均値を比較すると、日本では「100サイクル当たり」「10,000台・サイクル当たり」ともにドイツおよびイギリスの交差点と比べ高い値を示している。

これらより、日本ではドイツおよびイギリスと比較してインターグリーン時、とりわけ全赤時間中に停止線を通る車両は多い傾向にあることがわかる。この要因としては、日本の交差点における長いサイクル長により待ち時間が増大することで、全赤時間中にドライバーが無理な駆け込み進入を試みることが大きいものと考えられる。

5.3.4 交差点内における捌け残り状況

全赤時間の設定方法により交差点内での捌け残り状況に違いがみられるか分析するため、全赤時間の設定方法が異なる日本およびドイツにおいて捌け残り車両台数の比較を行った。なお、ここでの捌け残り車両とは、全赤時間が終了して次の交差方向の青現示が開始しても、未だ交差点内に残留している車両のことである。表5.4に流入車線別の捌け残り台数の比較を示す。

表5.4 流入車線別の捌け残り台数の比較

国名・交差点名	流入部の方位	車線運用	観測 サイクル数 [サイクル]	観測交通量 [台]	捌け残り台数 [台]		
					100 サイクル 当たり	10,000 台・サイ クル当たり	
日本	小針	南側	直進・左折	37	2496	140.54	5.63
			右折	37	123	56.76	46.14
	自由ヶ丘3	西側	直進・左折	48	347	0.00	0.00
			右折	48	90	6.25	6.94
	平均					44.71	6.45
ドイツ	A33	南側	直進・右折	45	487	11.11	2.28
			左折	45	76	20.00	26.32
		東側	直進・右折	45	240	0.00	0.00
			左折	45	100	20.00	20.00
	A20	南側	直進・右折	52	1034	42.31	4.09
			左折	52	158	7.96	4.87
		東側	直進・右折	52	544	0.00	0.00
			左折	52	152	30.77	20.24
	A88	南側	直進	42	888	35.71	4.02
			左折	42	320	410.48	12.65
		東側	直進	42	228	26.19	11.49
			左折	42	208	26.19	12.59
	平均					21.40	5.73

- ・ 捌け残り台数に関して「100サイクル当たり」の平均値では、日本はドイツの2倍程度となっており、「10,000台・サイクル当たり」でも日本はドイツと比べ若干高い値を示す傾向がみられる。
- ・ その一方で車線別にみると、「10,000台・サイクル当たり」の捌け残り台数は、日本よりもドイツの方が高い値を示していることが多く、明らかな差が生じているとは一概には言えない。
- ・ ドイツにおいてはコンフリクトポイントに基づいた全赤時間設定により、必然的に捌け残り車両を生ぜざるを得ない。それに対して、日本においては停止線間距離に基づく余裕を持った全赤時間設定により、逆に全赤時の交差点進入を誘発している側面がある。このようなことから、両国ともに全赤時の捌け残り車両が同程度に生じているものと考えられる。

5.4 交差点ごとの事故データ比較

本節では、わが国と異なる道路幾何構造および交通制御手法が採用されているドイツの交差点において、安全上どのような問題が起こりうるかについての示唆を得るために、調査対象交差点で発生した事故内容について考察する。表5.5にドイツの調査対象交差点における1995年から2005年までの事故発生件数の累計値を示す。

表5.5 ドイツの調査対象交差点における事故発生件数(1995～2005年*)

事故類型	A33	A20	A88
Turning Accident	43	51	25
Turning/Crossing Accident	16	43	40
Pedestrian Crossing Accident	7	2	0
Straight on Accident	28	124	136
合計	94	220	201

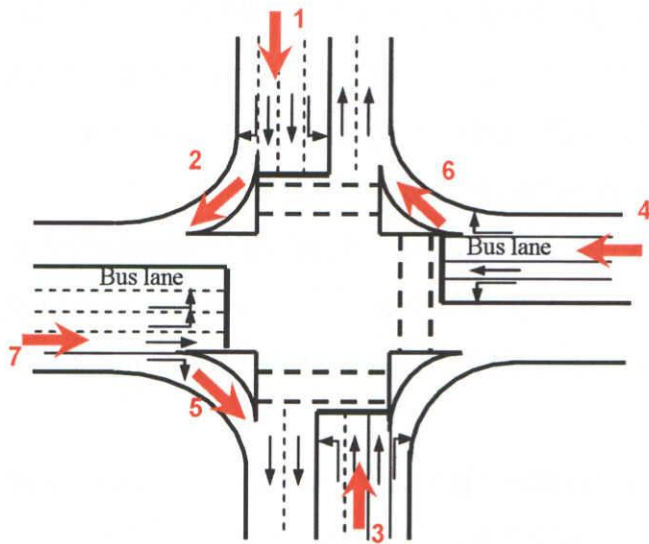
* 2002年のデータは除かれている

事故類型について

Turning Accident :	交差点での右左折車両と同一方向および対向方向から走行してきた車両・自転車・歩行者との衝突に関する事故が該当する。
Turning/Crossing Accident :	交差点での右左折車両と交差方向から走行してきた車両・自転車・歩行者との衝突に関する事故。信号無視などを原因とする事故が該当する。
Pedestrian Crossing Accident :	横断歩行者と走行車両との衝突に関する事故が該当する。
Straight on Accident :	同一方向および対向方向から走行してきた車両との衝突に関する事故が該当し、上記のTurning AccidentおよびTurning/Crossing Accidentに該当しない車両事故はすべてこのカテゴリに分類される。

- ・ A33交差点では、交通量がA20、A88交差点よりも少ないに関わらず、Turning Accidentの発生件数がA88よりも多数発生している。この要因として、A33交差点での信号制御が2現示制御となっており、動線別制御の行われているA20およびA88と比較して、右左折車両との交錯機会が高くならざるを得ないことが挙げられる。
- ・ Turning/Crossing Accidentの発生件数を比較すると、A33交差点では他の2交差点よりも発生件数は少ない。これについては、A20・A88交差点と比べ交通量の少ないA33交差点では、信号無視などの発生件数そのものが傾向として少なくなることが要因として考えられる。
- ・ Pedestrian Crossing Accidentの発生件数を比較すると、A33交差点ではA20・A88交差点と比べ発生件数は高くなっており、A33交差点における歩行者交通量の多さが影響しているものと考えられる。
- ・ Straight on Accidentの発生件数を比較するとA33交差点よりもA20・A88交差点において事故発生件数が著しく高い。Straight on Accidentの主な事故が追突事故や側面衝突事故であることを考慮すると、A33においては沿道からの歩行者や車両の進入、さらにはやや変形した道路幾何構造のために走行速度は低くなり、かつ流入部での車線数は少ないことから、車線数が多く速度が高くなりやすいA20・A88交差点と比べ、追突や車線変更などによる側面衝突は発生しにくいと考えられる。

また、A88交差点においては導流化が行われており、この点に関しても安全面への影響について留意する必要がある。Fitzpatrickら(2005)の既往研究によると、導流化の行われた右折車線では追突事故の発生が高くなる傾向にあることが示されており、当該交差点においてもこのような追突事故の発生が高いと予想される。そこで、A88交差点における追突事故の発生状況について、事故データに基づき安全性へ及ぼす影響について考察を試みる。図5.5に、A88交差点における1996年から2000年までに発生した追突事故の箇所別件数を示す。



発生箇所	発生件数
1	20
2	10
3	9
4	8
5	8
6	7
7	5

図5.5 A88交差点における追突事故の発生箇所および発生件数 (1996~2000年)

- ・ 既往研究に示される通り、導流化の行われたA88交差点では追突事故が多数発生しており、右折導流路においても多数の追突事故が発生している。右折導流路においては、右折車両が交差交通との合流のために一時停止した際に後続車両が高い速度のまま右折導流路に進入してくることで、このような追突事故が多く発生するものと考えられる。
- ・ 追突事故は導流路手前の分流部付近で多く発生する傾向があり、右折車線に比べて直進車両は相対的に走行速度が高くなりがちであることが要因として挙げられる。

5.5 まとめ

本章を通じた日本および海外諸国における交通運用実態に関する比較分析の結果、次のような結論が導き出される。

- ・ ドイツの信号交差点においてみられる予告現示をはじめとした信号現示の表示方法は、発進反応遅れや発進損失時間の削減に大きく寄与している可能性が高い。分析の結果、わが国の信号交差点と比較してドイツの交差点では、発進反応遅れにおいて約0.75秒、発進損失時間において約1.5秒、低くなることが示された。その一方で、本調査で分析を行った交差点に関しては、飽和交通流率への影響はほとんどみられなかった。
- ・ 信号現示パターンの違いによる影響に関しては、全赤時間中の停止線通過車両台数の分析結果が示す通り、日本の相対的に長めの全赤時間が信号無視を誘発させている可能性が高いとみられる。ただし、ドイツにおけるギャップ感応制御がインターグリーン中の停止線通過車両台数の増減に影響していることも考えられ、この点に関しては注意が必要である。

- ・ 交差点内における捌け残り車両の有無に関する分析結果では、日本およびドイツともに大きな違いは無く、いずれも同程度の捌け残り車両が生じていた。この点については、ドイツと比較して日本で多数発生している信号無視車両によって、本来は少ないはずの捌け残り車両が増加し打ち消されることで、両国とも大差の無い結果になったものと考えられる。
- ・ ドイツの調査対象交差点では、信号の見間違いや信号無視が事故発生の大きな原因であった。このことから、ドライバーへの安全教育とともに合理的な道路幾何構造および信号制御による交差点運用によって、これら信号の見間違いを減らすことが重要であるといえる。また一方で、厳格な取り締まりなどによって信号無視を防ぐ施策もまた必要といえよう。
- ・ ドイツの調査対象交差点では、右左折車両の事故は主として2現示制御の行われた交差点で多数発生する傾向があり、それに対して動線分離が可能な多現示制御の実施された交差点では、事故発生は少なくなる傾向がみられた。しかしながら、多現示制御の行われた交差点であっても、信号無視により事故発生を高める危険性も残っており、前述の通りドライバーへの安全教育とともに厳格な取り締まりが必要である。
- ・ 導流化のなされた右折車線では追突事故発生の危険性が高いことが示された。とりわけ分流部での後続車両との追突事故、合流時の後続車両からの追突事故が多数発生していた。このようなことから導流路の設置に際しては、道路幾何構造および信号制御において十分な注意が必要であるといえる。また、今回調査を行った交差点は歩行者交通量の少ない箇所であったが、歩行者の多寡に応じた安全性の検討も重要な課題である。

6. 今後の課題

本調査の課題、さらには本調査を通じた今後の研究課題についてまとめると、以下の通りとなる。

- ・ 本調査では、ドイツおよびイギリスにおける数ヶ所程度の限られた対象交差点で収集されたデータに基づき分析が行われている。したがって、分析結果においては各国の交差点利用者の文化的背景、あるいは調査対象交差点に固有の道路幾何構造および交通制御手法が、分析結果に少なからぬ影響を及ぼしていることは否めない。今後は、よりミクロな視点からこれら幾何構造および交通制御の違いが利用者挙動に与える影響について精査を行うとともに、継続的にサンプル数を増やしていく必要がある。
- ・ 本調査で対象として海外諸国において導入されている道路幾何構造および交通制御手法が利用者挙動に与える影響に関しては、円滑面とともに安全面への影響についても評価が必要となる。安全性を定量的に評価する統一的な手法は、現在のところ有力なものは存在せず、コンフリクト指標あるいは事故データによる分析により行われることが一般的である。今後、このような安全性の定量化は重要な研究課題になると考えられる。
- ・ 本調査では、円滑性に関する明確な議論は行われていない。とりわけドイツにみられるギャップ感応制御では、従来の数式モデルによる遅れの算出は適切ではないことから、今後、シミュレーションモデルによる円滑性の評価により、日本および海外諸国の信号交差点において、信号制御手法の違いによって円滑性にどの程度の差がみられるか詳細に分析することが求められる。また、路線系統制御区間における適用手法についても検討する必要がある。
- ・ わが国においても海外諸国の道路幾何構造および交通制御手法の導入を試みる際には、道路交通事情に関して海外諸国との差に配慮し修正・工夫を施すことで、わが国独自の幾何構造および制御手法を確立していく必要がある。これら新しい制御手法の実施に当たっては法令の改正を必要とするものもあり、今後、実証分析を通じて中長期にわたって技術的な検討をしていく必要がある。

第1部の参考文献

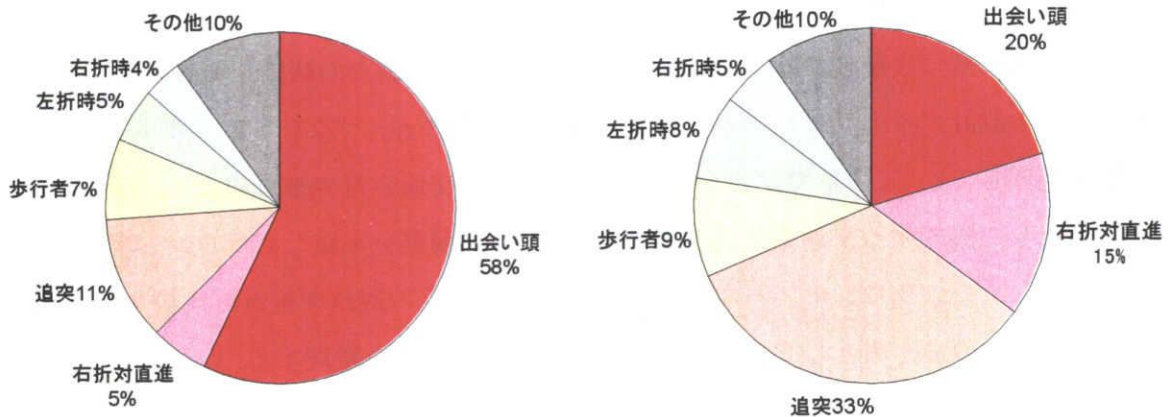
- 1) 社団法人 日本道路協会(2004) : 道路構造令の解説と運用, 丸善.
- 2) 社団法人 交通工学研究会(2004) : 改訂 平面交差の計画と設計.
- 3) 社団法人 交通工学研究会(2004) : 改訂 路面表示配置の手引.
- 4) 社団法人 交通工学研究会(2006) : 改訂 交通信号の手引.
- 5) FGSV (Road and Transportation Research Association), Cologn/Germany; RiLSA, Edition 1992, Translation 2003.
- (6) Allen, B.L., Shin, B.T. and Cooper, D.J. (1978): Analysis of Traffic Conflicts and Collision, Transportation Research Record, 677, pp.67-74.
- (7) Highway Capacity Manual, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 2000.
- (8) Bonneson, J.A. and Son, H.J. (2003): Prediction of Expected Red-light Running Frequency at Urban Intersections, In Compendium of Papers CD-ROM, 2003 Annual Meeting of the Transportation Research Board.
- (9) Kerrie L. Schattler and Tapan K. Datta. (2003): Driver Behavior Characteristics at Urban Signalized Intersections, Presented at 2003 Annual Meeting of the TRB.
- (10) Koll, H., Bader, M. and Axhausen, K.W. (2004): Driver Behavior during Flashing Green before Yellow: A Comparative Study, Accident Analysis & Prevention, Vol.6, 273-280.
- (11) Kay Fitzpatrick, William H. Schneider and Eun Sug Park. (2005): Operation and Safety of Right-turn Lane Designs, Presented at 2005 Annual Meeting of the TRB.
- (12) Nakamura, H. and Oguchi, T. (2006): An Overview on Capacity and Quality of Service Studies in Japan, Proceedings of the 5th International Symposium on Highway Capacity and Quality of Service of the TRB.
- (13) Boltze, M. (2006): Recent Developments in Germany related to Highway Capacity and Quality of Service, Proceedings of the 5th International Symposium on Highway Capacity and Quality of Service of the TRB.

第2部

ラウンドアバウトの構造と運用実態

1. 本調査の背景

我が国の平面交差点では、無信号交差点、信号交差点を問わず、出会い頭による事故が依然として後を絶たない。これらの交通事故のうち、約6割が無信号交差点で発生している(平成15年度)。



(a)無信号交差点

(b)信号交差点

図 1.1 日本の平面交差点における事故類型(2003 年度)¹⁾

図1.1は、我が国の平面交差点における事故類型を整理したグラフである。この事故類型をみると、無信号交差点で発生する事故のうち、約6割程度が出会い頭事故である。無信号交差点での出会い頭事故は、従道路側車両の一時停止無視や見落としなどが要因として考えられる。

また信号交差点では、追突、出会い頭、右折対直進による事故が多く発生している。このうち、出会い頭による事故の発生要因は、信号無視や信号切り替わり時の無理な交差点進入、信号無視が挙げられよう。また、出会い頭による事故の多くが、規模の小さな交差点(各枝とも片側1車線)で発生している。このような交差点は、交通量が少ないにも関わらず、信号サイクル長が長めに設定されがちである。長いサイクル長は、ドライバーに大きな遅れを強いることになり、信号切り替わり時の無理な交差点進入や信号無視を誘発することになり、結果的に重大な事故につながっているものと考えられる。

海外では、これらの信号・無信号交差点の安全性向上や、信号交差点における遅れの削減を目的として、近年特に比較的小規模で交通量の少ない箇所を対象としてラウンドアバウトが積極的に導入されてきている。我が国においても、上述のことからラウンドアバウトの適用が効果的である場合も少なくないと考えられ、筆者ら²⁾は、国内のラウンドアバウトと同様の制御方式の交差点における車両挙動データにもとづき、適用交通条件の検討を行なっている。しかしながら、我が国ではラウンドアバウトの導入事例は極めて限られており、収集できるデータに限りがある。また、設計に際して、幾何構造諸元の決定方法が確立されていない。

そこで第2部では、我が国の適所でのラウンドアバウトの適用を目指し、各種の関連情報収集と

それに基づく検討を行なうことを目的としている。2章では、ラウンドアバウトの制御上、構造上の特徴を整理し、導入により期待される効果を整理する。3章では、各国で導入されているラウンドアバウトの形式について整理を行い、我が国で導入対象として想定されるラウンドアバウト形式を示す。4章では、各国でラウンドアバウト導入に至った経緯、及び各国のラウンドアバウト導入に至った経緯、更に現在のラウンドアバウト導入状況を、現地視察、ヒアリング、ガイドラインのレビューの結果に基づき整理する。5章では、現地交通流観測調査の結果を報告する。6章では、ラウンドアバウト設計ガイドラインや車両挙動分析結果に基づき、ラウンドアバウト幾何構造要素の決定思想を整理している。7章では、ラウンドアバウトの交通容量の推計により、ラウンドアバウトが交差点として機能する交通量条件を示す。8章では、調査を実施したラウンドアバウトにおいて遅れを実測し、そのラウンドアバウトを信号制御した場合の遅れを推計し比較を行なっている。最後に、本報告書のまとめとして、本調査により得られた知見を整理する。

2. ラウンドアバウトの定義と特徴

2.1 ラウンドアバウトの定義

イギリスのラウンドアバウト設計ガイドライン³⁾では、ラウンドアバウトを「交差点流入車両を中央島周囲の環道で一方通行に捌く交差点形式で、環道を走行する車両が環道に進入する車両に対して優先権を持つ平面交差点の制御方式」として定義している。

一方、我が国では、欧米流のラウンドアバウトに対して「ロータリー」という用語が用いられることがあるが、この用語は環道／流入部の優先／非優先関係や環道部上の信号機などによる環道交通流の中断(interrupt)の可否などについての位置づけが明確でないばかりでなく、「駅前ロータリー」のような中央島を配した空間の一般的名称として用いられる場合も多いため、これをそのまま用いることは混乱を招く恐れがある。そこで、(社)交通工学研究会の自主研究委員会「ラウンドアバウトの計画と設計に関する研究」では、ラウンドアバウトを「環道交通流に優先権があり、かつ環道交通流は信号機や一時停止などにより中断されない(uninterrupted)円形の平面交差点の制御方式」として定義することとしている。



(a) ドイツのラウンドアバウト(dieburg)



(b) 日本のロータリー交差点(釧路)

写真 2.1 ラウンドアバウトとロータリー

また、アメリカFHWAにより発行された、ラウンドアバウト指南書⁴⁾によれば、前述のイギリスでの定義に加え、表2.1に示すような、流入部の制御方式、幾何構造上の特徴により、ラウンドアバウトと円形交差点(Traffic Circle)を区別している。これらの中で示されているラウンドアバウトの諸条件は、我が国でのラウンドアバウト適用性の検討に際して、ラウンドアバウトの定義としてではなく、ラウンドアバウト制御の機能を担保する意味で望ましい構造として位置づけることができる。

表 2.1 ラウンドアバウトと Traffic Circle の相違(FHWA)⁴⁾

	Roundabout	Traffic circle
環道優先側	環道車両が優先である	環道車両が流入車両に対して進路を譲る場合があり
歩行者横断位置	譲れ線後方に横断歩道を設置	環道上を歩行することを認める場合があり
環道の周回方向	左側通行では時計回り，右側通行では反時計回り	(左側通行の場合) 右折車を中央島の右側を走行させることがあり
環道幅員	路上駐車等を防止するため，必要以上に広くすることは避ける	路上駐車を認めることがあり，広く設計されることがある

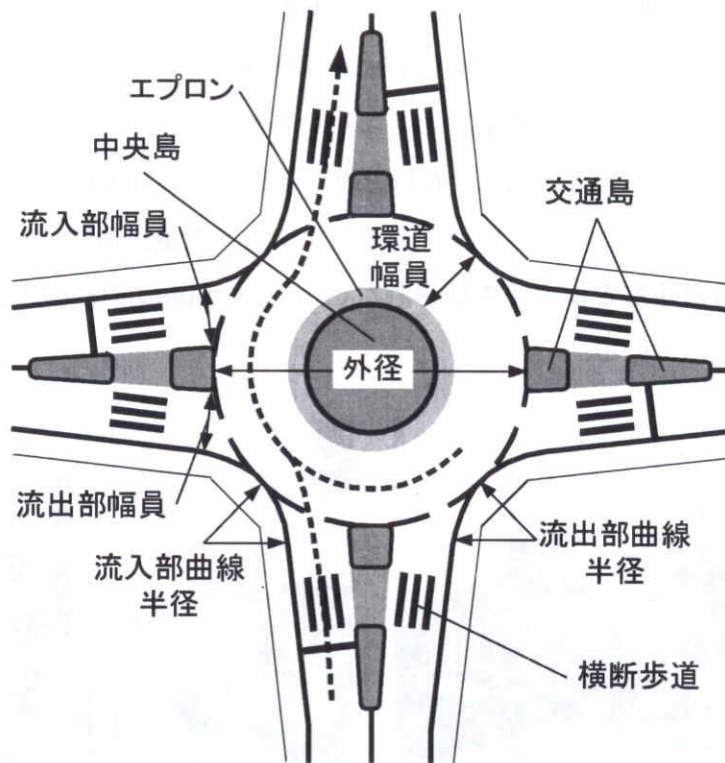


図 2.1 ラウンドアバウトの幾何構造構成要素

ラウンドアバウトの幾何構造構成要素の名称を図2.1に示す。なお、この図に示された各部の詳細な特徴や幾何構造決定の際の留意事項については後述する。

2.2 ラウンドアバウトの特徴

ラウンドアバウトで平面交差点の交通流を制御することにより、以下の効果を得ることが期待される。

(1) 交錯点の削減

ラウンドアバウトは、環道上で車両が1方向に捌かれるため、交差部内での車両間の軌跡の交わる交錯点を少なくすることが可能である。4枝交差点の場合、通常形式の無信号交差点では、1交差点につき20箇所の交錯点を持つのに対し、ラウンドアバウトでは4箇所となり、他車との交錯点を集約できる(図2.2)。また、通常は無信号交差点の従道路側の車両は、交差側が一方通行でない場合には両方向の車両交通に対して安全確認する必要があるが、ラウンドアバウトでは右側から接近する環道車両について安全確認すればよいことも大きな特徴である。

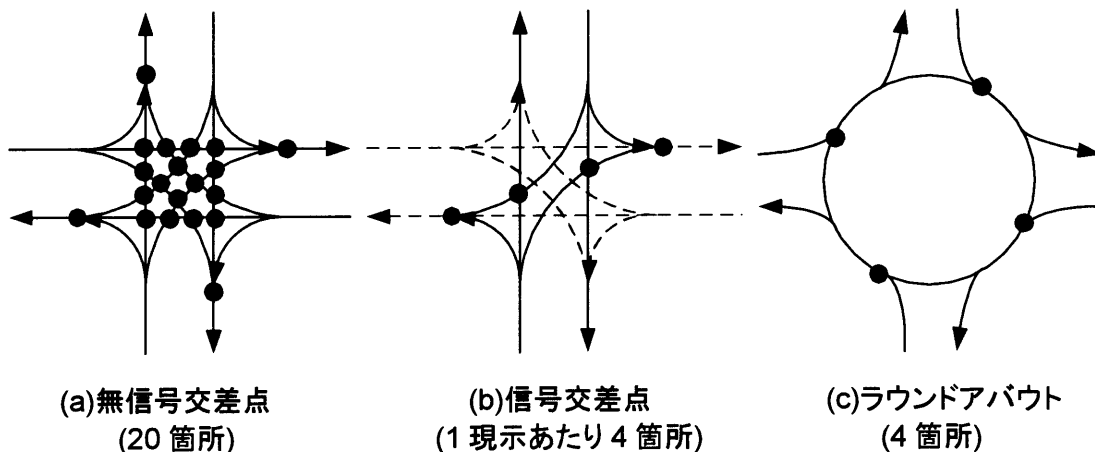


図 2.2 平面交差点制御方式による車両間交錯点

一方、信号制御と比較すると、信号制御では方向別に交通が制御されるため、通常、交錯は右折車両と対向直進・左折車両の間のみで生じるのに対して、ラウンドアバウトでは、交差点に流入しようとする全車両が環道交通流に対してギャップアクセプタンスが必要となるため、信号交差点に比べ交錯機会は多くなる。ただし、交通量の少ない交差点であれば、車両の連続する環道交通流に合流するケースはさほど多くない。

(2) 速度抑制効果

ラウンドアバウトでは、交差点流入部と環道接線とのなす角度が小さく、これらの車両の進行方向も同一であること、また、ラウンドアバウトは円形の交差点であるため、交差点通過時の走行速度が低く抑えられることから、万一事故が発生したとしても軽い側面接触程度で済むと考えられる。

一方で、通常形式の信号、無信号交差点では右折対直進など衝撃の大きな事故が起こりうる。特に我が国では比較的交通量の少ない交差点においても信号サイクル長が比較的長めに設定されていることもあり、大きな遅れを被ることを避けるため、信号切り替わり時に加速して無理に交差点を通過しようとする挙動がしばしば見られる。その場合に出会い頭の事故が発生すると、車両の速度が高いことにより、損失の程度の大きな事故が発生し得る。

(3) 事故件数の削減

米国の事例³⁾によると、信号交差点や通常は無信号交差点からラウンドアバウトへの改良により、事故件数は半分以下に減少し、死傷事故の件数は8割程度削減されたことが示されている。

また、ラウンドアバウトで発生する事故類型⁴⁾をみると、事故の大半が流入車両と環道車両との側面衝突、あるいは中央島への乗り上げ等であり、他の形式の平面交差点で発生する事故に比べて事故の程度は軽度であり、死傷事故は大幅に減少している。これは、前述の交差点が削減されること、速度抑制効果によるものである。

(4) 円滑性の向上

交通量が少ない条件下においては、ラウンドアバウトでは遅れを小さくすることが可能である。信号交差点では、赤現示であると交差方向に車両が走行していない場合でも青になるのを待ち続けなくてはならず、ドライバーに必要以上の遅れを強いることになる。しかし、ラウンドアバウトは、環道を走行する車両が存在しなければ車両は随時交差点に進入することが可能である。

ラウンドアバウトは、以上のような長所を有するものの、その交通容量は信号交差点に比較するとかなり低いため、適用は交通需要の少ない交差点に限定される。交通容量については後述する。

3. ラウンドアバウトの種類

3.1 各国のラウンドアバウトの種類

本節では、イギリス、オーストラリア、アメリカ、ドイツの各国で導入されているラウンドアバウトの種類を整理する。表3.1は、各国のラウンドアバウトの種類を交差点の車線数、設置箇所、中央島への車両の乗り上げの可否に基づき整理したものである。

イギリスでは³⁾、中央島に乗り上げ可能な構造か否かにより、Mini roundaboutとNormal roundaboutの2種類に分類されているのみである。また、オーストラリアでは⁸⁾、地方部、市街地の比較的交通量の多い幹線道路に設置されるRoundabouts on urban and rural arterial roadと、用地制約があり交通需要の少ない箇所に設置されるLocal street roundaboutの2種類に分類されている。

一方、ドイツの分類によると⁶⁾、Mini roundaboutと、それ以外のラウンドアバウトとして、流出入口・環道とも1車線のCompact roundabout、流入部・環道が2車線の2-lane roundaboutに分類される。Compact roundabout、2-lane roundaboutについては、これらの立地条件(市街部/郊外部)によって、それぞれさらに分類されている(表3.2)。なお、2車線ラウンドアバウトは、交通需要が高い交差点での導入は意義があるものの積極的な導入はなされていない。これは、交差点内の交錯点が通常のラウンドアバウトより増加すること、2車線の流入路のうちの内側車線の利用率が極端に低くなり、場合によっては容量の向上に寄与しないためである(Brilon⁷⁾)。

アメリカでは、ドイツとほぼ同様の区分であるが、市街地での1車線ラウンドアバウトを交差点交通量、歩行者の多寡に応じて2種類に分類している。

表 3.1 各国のラウンドアバウト類型

車線数	流入部・環道1車線			流入部・環道2車線	
	市街地、住宅地の小規模交差点	市街地、住宅地	郊外	市街地、住宅地	郊外
中央島	乗上げ可能	乗上げ不可能			
イギリス	Mini	Normal			
オーストラリア	-	非幹線道路： Local street	幹線道路：Urban and rural arterial road		
ドイツ	Mini	Urban compact	Rural single lane	2-lane compact	Large 2-lane
アメリカ	Mini	歩行者多：Urban compact	Rural single-lane	Urban double-lane	Rural double-lane
		歩行者少：Urban single-lane			

3.2 日本で導入対象とするラウンドアバウトの種類

我が国でラウンドアバウトの適用目的を想定すると、住区内道路における出会い頭事故の抑止、交通量が少ないにも関わらず信号制御されている交差点の遅れの削減が挙げられる。また、特に、既存交差点の改良を行なう際には、用地条件としてかなりの制約があるものと考えられる。

これらを考慮して、以下では適用に至った背景の似ているドイツの区分を主に参照することとし、その中でも特に有効と考えられている、流入部、環道が1車線のラウンドアバウトに着目する。

表 3.2 ドイツにおけるラウンドアバウトの種類

類型	Mini roundabout 	Urban Compact roundabout 	Rural single lane roundabout 
適用	市街地、住宅地の比較的小規模な交差点	市街地内、住宅地内の交差点 集落の入り口の交差点	郊外の幹線道路相互の交差点、 高速道路のランプ下
適用 交通量	20,000台/日以下	5,000-25,000台/日	5,000-25,000台/日
直径	13-22m	26-40m	30-50m
中央島	マーキング、僅かな段差 乗り上げ可能	乗り上げられない構造、 必要に応じエプロンを設置	乗り上げられない構造
交通島	マーキング、僅かな段差 原則として、乗り上げ可能	乗り上げられない構造	乗り上げられない構造
横断歩道	歩行者の多い流入部、 歩行者の動線上にあたる流 入部に設置	原則として全流入部に設置	ゼブラを施さない横断歩道 (自動車優先)を設置

3.3 各形式の特徴

3.3.1 Mini roundabout

Mini roundaboutとは、13mから22mの外径を有する小規模のラウンドアバウトであり、主に市街地、住宅地内の片側1車線の細街路等が交差する交差点で主として速度抑制を目的として適用される。交通容量はCompact roundaboutより低いため、交通需要が少ない交差点での適用に限定される。

環道の曲線半径が小さく、大型車は環道を走行することが困難であるため、中央島はマーキング、もしくは僅かな段差が設けるのみとし、大型車は中央島へ乗り上げて走行する。

3.3.2 Compact (Single-lane) roundabout

Compact roundaboutは、流出入口、環道とも一車線のラウンドアバウトで、中央島と環道の間には段差が設けられ、中央島へ乗り上げることはできない。

市街地内に設置されるものは、Urban Compact roundaboutと呼ばれ、直径が27mから40mと比較的小さい。また、流入部の曲線半径は小さく、環道に対してほぼ垂直に合流する構造になっていることが特徴である。市街地、住宅地内の交差点、また、集落の入り口の交差点で適用される。

3.3.3 Rural Single-lane roundabout

Rural Single-lane roundaboutは、郊外部の比較的交通量が少なく、制限速度の高い道路相互の接続する交差点で適用される。流入部の曲線半径はCompact roundaboutに比べ、大きく設定されており、環道にスムーズに合流することを念頭に置いた設計がされる。

4. 各国での適用状況

図4.1は、海外諸国でのラウンドアバウト導入の検討から普及までの経緯を示したものである。イギリスでは、1960年代より環道交通流が優先権を持つ「近代的ラウンドアバウト(modern roundabout)」の調査研究が開始され、その後積極的に導入されることとなった。そして、その成功実績に基づき、その後各国で導入に向けた検討が行われた。ラウンドアバウトへの関心が高まり調査が始まった時期には各国で違いはあるものの、ラウンドアバウトの存在意義が認識され始めてから、調査、研究を経て普及するまでに、いずれの国においても概ね10年を要している。

ここでは、イギリス、オーストラリア、ドイツ、アメリカにおけるラウンドアバウト導入までの経緯、また、ラウンドアバウトが導入の導入対象となった交差点条件を、各国のガイドライン、及び現地でのヒアリング、観測等に基づき示す。

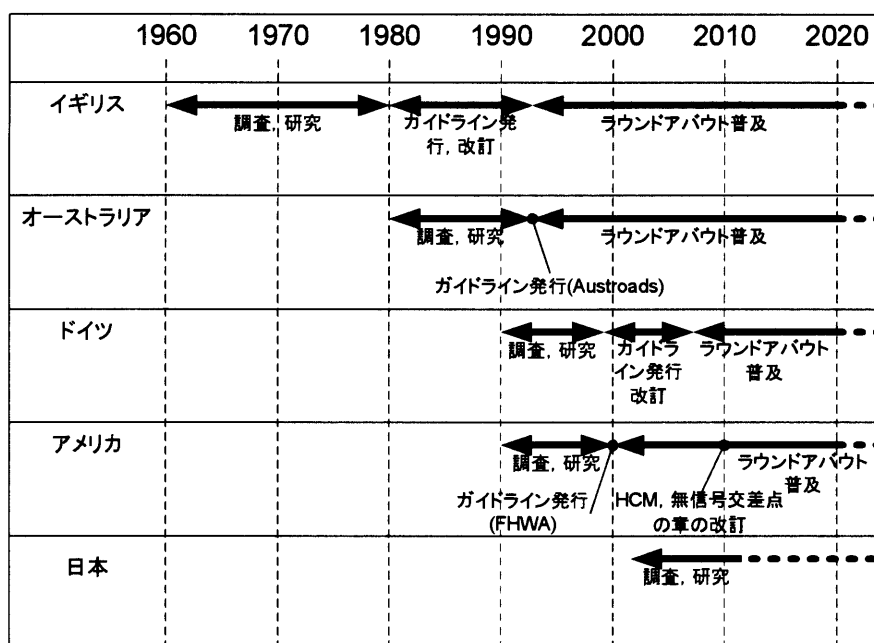


図 4.1 各国のラウンドアバウト普及までの変遷

4.1 イギリス

イギリスでは、古くから流入車両に優先権のある、ロータリー交差点が数多く存在していた⁹⁾。ラウンドアバウトの導入が始まったのは1960年代に入ってからで、その後調査・研究によりガイドラインが改訂を重ねて発行され、現在は1993年のもの³⁾に基づき設計がなされている。

イギリスでは、当初から近代的ラウンドアバウトとして設計されたもののほか、既存のロータリーをラウンドアバウトに改良したものも多く含まれている。また、MotorwayのインターチェンジやA道路、B道路などにおいて、環道・流入部とも2車線の大規模なラウンドアバウトも数多く存在する(図4.2)。

イギリスのラウンドアバウトの幾何構造上の特徴として、特に外径の大きいラウンドアバウトでは、流入車両が交差点内にスムーズに進入できることを念頭に置いた設計がされており、流入車両が浅い角度で環道車両と合流できるよう、流入部の曲線半径が大きいことが特徴である(写真4.1(a)).

また、都市内の細街路相互の交差点、住宅地内の幹線道路では、Mini roundaboutが数多く導入されている(写真4.1(b)).



図4.2 イギリスLeedsにおけるラウンドアバウト適用箇所为例
(青 : Motorway, 緑・赤 : A道路, 黄 : B道路)



(a) 都市内幹線道路のラウンドアバウト(London) (b) 住宅地内のMini roundabout(London)

写真4.1 イギリスのラウンドアバウト

4.2 オーストラリア

オーストラリアでは、1980年代よりラウンドアバウト導入のための研究が行われ、現在は、1993年にAustroadsより発行されたガイドライン⁸⁾に基づき設計がされている。当初はイギリスと同様に、交通量の多い幹線道路での適用が主流であった。その一方で、交差点の安全性向上、遅れの削減を目的として、無信号、もしくは信号制御されている非幹線道路での適用も想定されるようになった。

オーストラリアのラウンドアバウトの特徴として、特に郊外部の幹線道路で適用される場合、速度が高い箇所での適用が念頭に置かれているため、流入部の曲線半径が非常に大きいことが上げられる。また、それに伴い、交通島の幅も広く取られている(写真4.2(a))。

また、ガイドラインの中には詳細な記述はなされていないが、住区内道路では、Mini roundaboutの導入がなされている(写真4.2(b))。Mini roundaboutは中央島へは乗り上げ可能ではあるが、他国に比べ、段差が大きく、大型車のとつても乗り上げにくい構造となっている。



(a) 郊外幹線道路の片側2車線のラウンドアバウト (b) 市街地細街路のMini roundabout(Sydney)
(The Entrance)

写真4.2 オーストラリアのラウンドアバウト

4.3 ドイツ

イギリスやオーストラリアでのラウンドアバウトの導入実績に影響を受け、1990年代以降、ラウンドアバウトが積極的に導入された。これと並行して設計指針作成のための研究が行われ、1998年には、Compact roundaboutの設計指針¹⁰⁾が発行されている。これに基づき、ドイツ国内で約2000箇所のラウンドアバウトが設置された。また、2001年に発行された道路の交通容量技術マニュアルのHBS¹¹⁾中にも、ラウンドアバウトに関する記述が見られる。

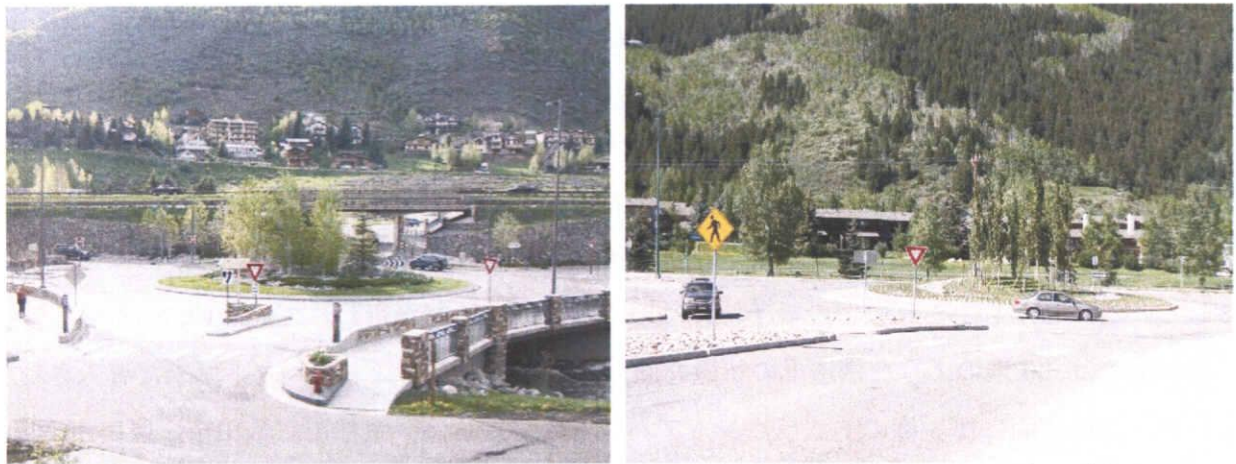
ドイツのラウンドアバウトの主な特徴は、他国と比較すると、交差点での速度低減による安全性の向上狙った設計であること、また、都市内、住宅地等の用地制約のあるところでの導入を想定しており、例えば、外径が小さく、環道部の曲線半径が小さく、大型車の走行動線を確保する必要が

ある場合、中央島の周囲にエプロンを適宜設置するなどの配慮がなされている。

4.4 アメリカ

アメリカでは1990年代より、フロリダ州¹²⁾等、一部の州で設計ガイドラインが発行され、数は少ないながらも、ラウンドアバウトの設置がなされた。2000年に連邦レベルでの指南書⁴⁾がFHWA(連邦道路局)により発行され、これを期にラウンドアバウトが積極的に設置されるようになった。また2005年には、National roundabout conferenceが開催され、ラウンドアバウト導入による得られる、安全性、効率性の上での効果¹³⁾、ラウンドアバウトの設計基準に関する検討¹⁴⁾、ラウンドアバウトの計画から運用に至るまでの経緯に関する報告¹⁵⁾など、アメリカ国内外のラウンドアバウトに関する様々な側面からの研究成果が議論された。

また、2003年以降、NCHRP3-65 (National Cooperative Highway Research Program)により、米国内のラウンドアバウトで大掛かりな交通流観測¹⁶⁾が行われている。このプロジェクトでは、アメリカ内の300箇所近くのラウンドアバウトで、幾何構造データ、ドライバーの走行特性データの取得が行われた。調査での結果をもとに、今後、設計ガイドラインが作成される。2010年までにHCM2000¹⁷⁾の改訂版が発行される予定であるが、無信号交差点の章に、NCHRP3-65の調査の成果が反映されることとなっている。



(a) 高速道路ランプ下のラウンドアバウト(Vail) (b) 郊外幹線道路のラウンドアバウト(Vail)
写真4.3 アメリカのラウンドアバウト

4.5 日本

我が国においては、山田ら¹⁸⁾により、主に各国のラウンドアバウト導入までの歴史的経緯に着目し検討が行われている。建設省土木研究所¹⁹⁾では、ラウンドアバウト導入の意義を主に経済性の観点から検討している。また、尾崎²⁰⁾は、国内のラウンドアバウト型交差点において車両速度の分析

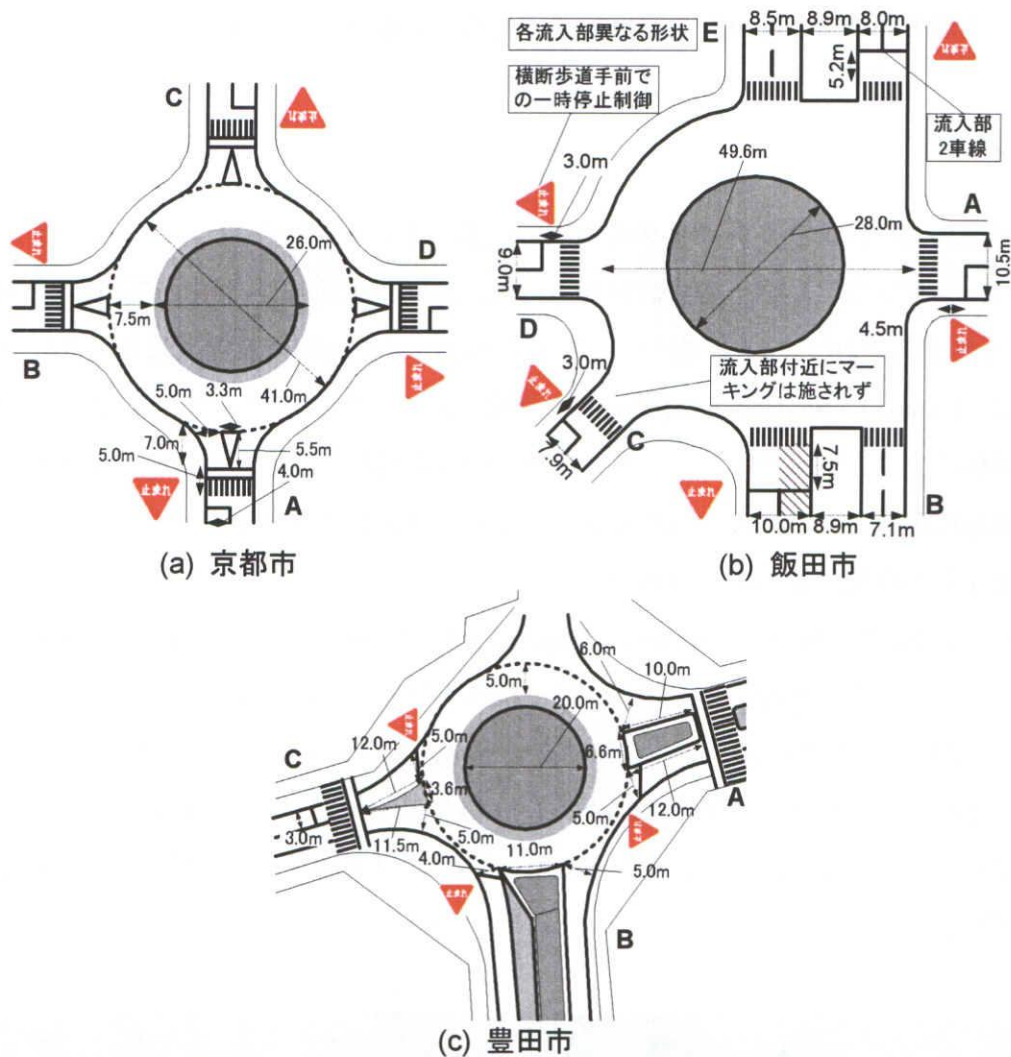


図4.3 国内のラウンドアバウト型交差点の平面図

を行っている。ラウンドアバウト導入により、交差点通過時の速度が低下し、速度抑制効果に寄与することを示唆している。また、中村・馬淵²⁾は、信号交差点と比較した場合のラウンドアバウトの導入が可能な交通量条件を、交差点での遅れと交錯挙動の関係に着目した分析手法により明らかにしている。しかし、これまで設計手法については十分な検討が行われていない。

我が国では、欧米のような構造上の特徴を備えた本格的なラウンドアバウトは未だ導入されていないが、環道車両に優先権のあるラウンドアバウト型交差点は、京都市、飯田市、豊田市(図4.3, 表4.1)などに存在している。これらの我が国のラウンドアバウト型交差点には、海外のラウンドアバウトと比較して次のような構造上の相違点が認められる：

- 日本のラウンドアバウト型交差点は、流出入口に交通島が設置されておらず、マーキングが施されているのみとなっている。マーキングも施されていない場合も見受けられる。
- 環道幅員が必要以上に大きく設計され、場合によっては、環道上に路上駐車されることがある。
- ラウンドアバウトのサイズ自体が大きく、京都市のラウンドアバウト型交差点は、一般的な Compact roundaboutのサイズの上限值(40m)を上回る大きさで設計されている。

- 流入部の曲線半径も、海外のものに比べると小さく設計されることがある。
- 各交差点とも、環道車両が優先ではあるが、流入部の制御方式は統一されておらず、流入部に設置されている横断歩道手前で一時停止制御、環道手前で一時停止制御される場合がある。しかし、実態は、一部の車両は一時停止制御しているものの、環道に車両が存在しない場合はそのまま環道に進入する、「譲れ制御」が自然発生的になされている。

このように、我が国ではこれまでに、僅かながらラウンドアバウトの導入はなされているものの、その設計方法は統一されておらず、また、必ずしも適切な設計がなされているとは限らないため、適切なラウンドアバウトの諸元設定方法を示す必要がある。

表 4.1 日本のラウンドアバウト型交差点の事例

	京都市	飯田市	豊田市
			
枝数	4-leg	5-leg	3-leg
周辺環境	集落入り口	市街地	郊外
外径	41m	50m	34m
中央島直径	26m	28m	20m
環道幅員	7.5m	11m	5.0m
流入部 制御方式	 横断歩道手前で「一時停止」	 横断歩道手前で「一時停止」	 環道手前で「一時停止」
交通島	 マーキング	 なし	 構造物の交通島/マーキング
エプロン	 設置準備のみ	 なし	 マーキング

5. ラウンドアバウトの幾何構造

本章では、ラウンドアバウト幾何構造構成要素の特徴、及び設計上の留意事項を、現地での視察、及びヒアリング、また各国のガイドラインに基づき整理する。

5.1 中央島

中央島の設計方法について、特にドイツの設計指針で詳細な記述がなされている。写真5.1に示すように、中央島上には、視認性を著しく低下させるものは配置しないこと、誤って中央島に乗り上げて事故の損失を最小限にするため、写真5.2のような中央島の端に低い障害物を配置することが望ましいとされている。一方、写真5.3に示すような、背の高い植栽を中央島上に配置することや、周囲を高いコンクリート壁で囲むことは避けるべきとされている。これは、環道、他流入部の交通状況を把握しにくくすること、誤って中央島へ突入した場合、致命的な事故になることを避けるためである。また、写真5.4のように、中央島にモニュメント等を配置し、地域内のランドマ



写真 5.1 理想的な中央島設計例(独:Borken)



写真 5.2 中央乗り上げ防止のための障害物
(独:Borken)



写真 5.3 中央島の悪い設計例(独:Borken)



写真 5.4 中央島をランドマークとして活用
(独: Groß-Zimmern)



写真 5.5 Mini roundabout の中央島(英:London)



写真 5.6 Mini RA 中央島に乗り上げる大型車
(豪:Ryde)

ークとしてラウンドアバウトを活用する事例も見られる。

Mini roundaboutは、中央島直径が4mから8mと小さく、大型車は中央島周囲を周回することは困難であるので、中央島、マーキングのみ、もしくはわずかに段差をつけるのみとし(写真5.5)、大型車は中央島に乗り上げて走行する(写真5.6)。

5.2 環道, エプロン

環道幅員は、曲線部における内輪差による影響を考慮して、流入部の幅員より広く設計する必要がある。幅員は環道部の曲線半径に基づき決定されるが、流入部幅員の1.2倍程度にするよう定めている。我が国で設計時に環道幅員の決定に当たっては、道路構造令の運用と解説²¹⁾に示されている、曲線半径と幅員拡幅量の関係が一つの拠り所になり得よう(表5.1)。

直径の小さいCompact roundaboutでは、環道部の曲線半径は必然的に小さくなる。その際、大型車でも走行できるようにするためには、環道幅員を広く確保する必要があるが、一方で、広い環道幅員は、乗用車の走行動線をばらつかせる要因となる。米国、ドイツでは、中央島の周囲にエプロンを設置し、環道部分だけで曲がりきれない大型車両はエプロンを利用して走行できるように配慮している(写真5.7~5.9)。エプロン部分は、敷石などアスファルトとは異なり凹凸のある材料を用い、環道部分と段差を設け、エプロンを走行する必要のない車両にとっては走行しにくい構造にする。

表 5.1 曲線半径と幅員拡幅量の関係(日本)

曲線半径(m)		拡幅量 (m)
普通道路	小型道路	
90-160	44-55	0.25
60-90	22-44	0.50
45-60	15-22	0.75
32-45		1.00
26-32		1.25
21-26		1.50
19-21		1.75
16-19		2.00
15-16		2.25



写真 5.7 エプロンに乗り上げる大型車
(独:Babenhausen)



写真 5.8 エプロンに乗り上げる大型車
(独:Dieburg)



写真 5.9 エプロンに乗り上げる大型車
(独:Borken)



写真 5.10 マーキングのみのエプロン
(独:Bochum)



写真 5.11 エプロンが乗用車により利用される
(独:Dieburg)



写真 5.12 エプロンが設置されていない事例
(独:Borken)

例えば、写真5.10に示すようなマーキングを施したのみのエプロンであると、乗用車等がエプロンに乗り上げやすくなり環道上の走行軌跡が乱れること、直進車が中央島よりを走行することになり十分な速度抑制が得られない、などの弊害がある。また写真5.11のような、幅員が極端に広く段

差が小さいエプロンも、乗用車が乗り上げやすくなるので避ける必要がある。一方で、外径が小さく環道幅員が十分に確保されていないにも関わらずエプロンが設置されないと、写真5.12のように、中央島に車両が乗り上げてしまう。外径が小さく大型車交通量が多い場合には、エプロンの設置が必要である。

5.3 流出入口の形状

流出入口の形状は、流出入口の幅員、及び曲線半径により決定される。このうち、流入部幅員は、ラウンドアバウトの交通容量や安全性に影響を及ぼす。すなわち、流入部幅員が広いほど流入部交通容量を高くできる可能性があるが、一方で車両の速度が高くなりがちで、事故発生時の損傷の程度が大きくなる。流入部の幅員は、交通容量と安全性のトレードオフ関係を考慮し、慎重に決定する必要がある。また、オーストラリアでは、特に非幹線道路において、主に速度抑制を目的としている場合、流入部の幅員が広くなりすぎるのを防ぐため、狭窄を設置することにより、流入時の車両速度の抑制、及び車両動線の均一化がなされている。

流入部の曲線半径は、流入時の車両速度抑制効果を得ることを目的とする場合、流入部の曲線半径を小さくする。そのため、イギリスでは、流入部の曲線半径が大きく設定されているのに対し、ドイツでは小さく設定されている。表5.2はドイツにおいて推奨されている、流出入口の曲線半径、及び流出入口の幅員である。流入部、流出部の曲線半径、幅員をそれぞれ比較すると、流出部の方が曲線半径は大きく、幅員も広く設定されている。これは、環道から速度を低下させずに流出し、後続の環道車両に影響を与えないようにするとともに、環道内から横断歩道を認識しやすくするためである。

表 5.2 ドイツ Compact roundabout の流出入口曲線半径、幅員の設定⁶⁾

	流入部		流出部	
	曲線半径	幅員	曲線半径	幅員
市街地	10-14m	3.25-3.75m	12-16m	3.75-4.00m
郊外	14-16m	3.50-4.00m	16-18m	3.75-4.50m

5.4 交通島

ラウンドアバウト流入部に設置される交通島は、流入車両と流出車両とを分離し両者が接触するのを防ぐ役割を果たす。また、前方のラウンドアバウトの存在を視覚的に示し、ラウンドアバウト手前での速度抑制を促す。また、横断者の退避スペースにもなり、二段階横断が可能となる。

交通島の形状は、流入部の形状と関連があり、ドイツでは、流入車両と環道車両とが直角に近い角度で合流するため、交通島も長方形に近い形状となっている(写真5.13)。また、郊外など制限速



写真 5.13 住宅地内のラウンドアバウトの流入部
(独:Babenhausein)



写真 5.14 制限速度の高い流入部
(独:Babenhausein)

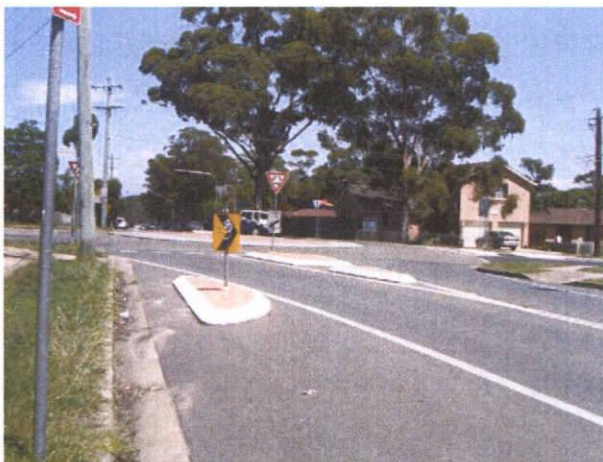


写真 5.15 住宅地内のラウンドアバウト流入部
(豪:Doonside)



写真 5.16 郊外のラウンドアバウト流入部
(豪:The Entrance)

度の高い流入部では、交通島長を長くし、ドライバーに対して早い段階で前方にラウンドアバウトの存在を知らせるよう配慮している(写真5.14)。流入部の曲線半径が小さく設定されているため、流入部の制限速度が高い場合、交通島は長く設定し、十分に減速した上でラウンドアバウトに進入するよう配慮する必要がある。一方、イギリス、オーストラリアでは、流入部の曲線半径が大きい、すなわち、流入車両と環道車両とが浅い角度で合流することから、交通島は三角形に近い形状となっている。

5.5 歩行者、自転車の利便性

ラウンドアバウトにおける歩行者・自転車(横断者)に関する記述は、ドイツ、アメリカのガイドラインに詳しく記されている。横断者は、各流入部のゆずれ線から車1台分セットバックした位置に取り付けられた横断歩道を通行するよう定められている。車1台分セットバックさせることで、ラウンドアバウトから流出しようとする車両が環道内に滞留することを防ぐと共に、歩行者を視認

しやすくする。

また、ドイツでは、市街地の比較的歩行者が多い場所に設置されるラウンドアバウトには、ゼブラを施した歩行者優先の横断歩道(写真5.17)を設置し、郊外の歩行者が極めて少ないラウンドアバウトにはゼブラを施さない、自動車が優先である横断歩道(写真5.18)を設置している。なお、ラウンドアバウトに限らず、他の交差点、単路部上の横断歩道でも同様の処理が施されている。

近年、ラウンドアバウトにおける歩行者の利便性に関する検証も行なわれている。ラウンドアバウトの導入により、歩行者を巻き込んだ事故が減少したこと²²⁾、また、交差点横断歩道手前で歩行者の存在を認識すると、ドライバーは歩行者に進路を譲るようになったこと²³⁾が示されている。

また、ラウンドアバウトにおける自転車の取り扱いは、各国とも重要な課題として検討が続いている。ドイツのCompact roundaboutでは、環道内での自転車の速度と自動車の速度が同程度であることから、流入部手前で自転車通行帯から車道部に合流させ(写真5.19)、環道では自動車とともに走行することが望ましいとされている(写真5.20)。



写真 5.17 ゼブラのある横断歩道
(独:Borken)



写真 5.18 ゼブラのない横断歩道
(独:Babenhausen)



写真 5.19 流入部における自転車の扱い
(独:Borken)



写真 5.20 環道を走行する自転車
(独:Borken)

6. 現地交通流観測調査

海外でのラウンドアバウトの運用実態を把握するとともに、利用者挙動データを収集するため、3カ国7交差点のラウンドアバウトで調査を実施した。調査日時と対象交差点の概要を表6.1に示す。

表 6.1 交通流観測調査実施交差点の調査概要

国名	ドイツ				イギリス		オーストラリア
交差点名	Babenhausen	Dieburg-1	Dieburg-2	Groß-Zimmern	Leeds	London	Doonside
通り名	VDO Str. / Seligenstädter Str.	Rheingaustraße / Aubergenviller Allee / Rheingauerstraße / Groß-Zimmern Str.	Hinter der Schießmauer / Rheingaustraße	Darmstädter Str. / Schiller Str.	Oldfield lane / Upper worthy Road / Green Hill Lane / Lower Wortley Road / Dixon Lane	Chepstow Villas / Hepstow Crescent	Power Str. / Hill End Road
調査日時	2006/10/5			2006/10/6	2006/10/10	2006/10/12	2007/01/06
調査時間	8:30-10:30 (2時間)	15:00-17:00 (2時間)	15:30-16:30 (1時間)	14:00-15:00 (2時間)	15:00-16:00 (1時間)	7:30-8:30 (1時間)	11:00-11:30 (30分間)
ビデオカメラ台数	4台	4台	2台	4台	2台	2台	3台
RA形式	4-leg	4-leg	3-leg	4-leg	5-leg	4-leg	4-leg
枝数	Compact-RA				Mini-RA		Compact-RA
周辺環境	集落入り口	住宅地内	住宅地内	集落入り口	住宅地内	住宅地内	住宅地内
外径	29.0m	28.0m	26.5m	30.0m	16m	18m	24.0m
中央島直径	13.0m	12.0m	11.5m	14.0m	4.0m	6.0m	10.0m
環道幅員	5.5m	5.5m	5.25m	5.5m	6.0m	6.0m	7.0m
エプロン幅員	2.5m	2.5m	2.25m	2.5m	-	-	-
エプロン材質	段差なし, マーキング	段差なし, 敷石	段差なし, 敷石	段差あり, 敷石	-	-	-

6.1 調査の方法

交差点周囲の歩道上、もしくは緑地等に複数台のビデオカメラを設置し、交通流の観測・記録を行なった。ビデオカメラの配置に当たっては、歩行者の通行を妨害しないこと、ドライバーからビデオカメラが視認しにくくなるよう配慮した(写真6.1, 6.2)。

ビデオ撮影は、各交差点とも30分から2時間実施した。各交差点でのカメラ配置箇所は、6.2節の交差点平面図に示すとおりである。



写真 6.1 ビデオカメラの設置状況(ドイツ)



写真 6.2 ビデオカメラの設置状況(イギリス)

6.2 調査交差点の概要

本節では、調査を実施した7交差点の主な特徴、調査時の交通量、及びビデオカメラの配置方法を示す。

6.2.1 Babenhausen(バーベンハウゼン)

写真6.3に示す、郊外と市街地の境界に位置しているCompact roundaboutである。このラウンドアバウトは、各流入部の制限速度が異なっており、制限速度が高い流入部の交通島は長さが50m近くあり、遠方からでもラウンドアバウトの存在が認識できるよう配慮されている。このラウンドアバウトの存在により、郊外から進入するドライバーに対し、ここから先、道路の階層が変わることを知らせることができる。



写真 6.3 Babenhausen 周辺の航空写真



図 6.1 Babenhausen 交差点平面図



写真 6.4 環道, 及びエプロン(Babenhausen)



写真 6.5 郊外から接続する流入部(Babenhausen)



写真 6.6 環道, 及びエプロン(Babenhausen)

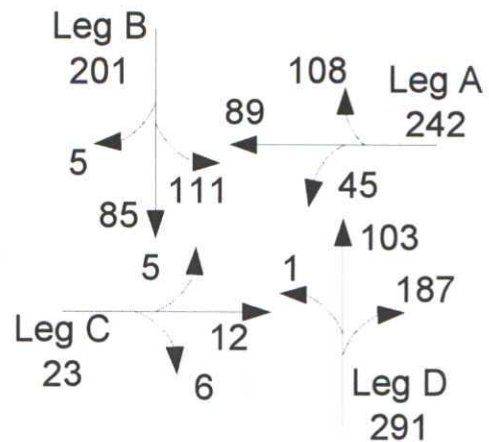


図 6.2 Babenhausen の交通量(単位:台/1時間)

6.2.2 Dieburg(ディブルグ)

写真6.7に示すように、住宅地内の幹線道路に設置されているラウンドアバウトである。両交差点とも、元々、通常形式の無信号交差点をラウンドアバウトへ改良したもので、安全性向上を狙ったラウンドアバウトの適用事例であると考えられる。また、Dieburg(1)の交差点の流入部Aから流入部BへのOD、及び流入部Cから流入部DへのODは、流入部間の角度が小さいため、特に、大型車が転回できないことが想定される。そこで、写真6.8のような切り欠きを設置することで、大型車で

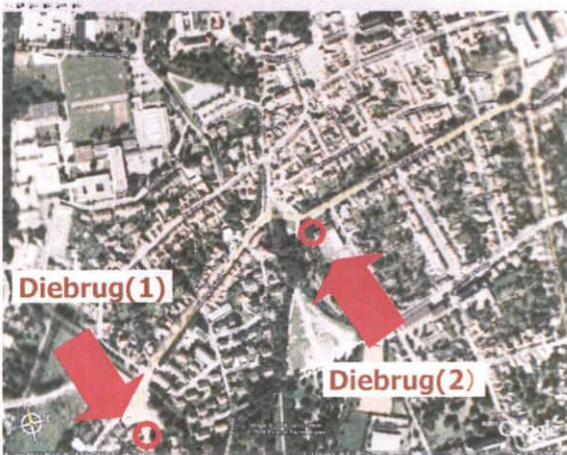


写真 6.7 Dieburg 周辺の航空写真

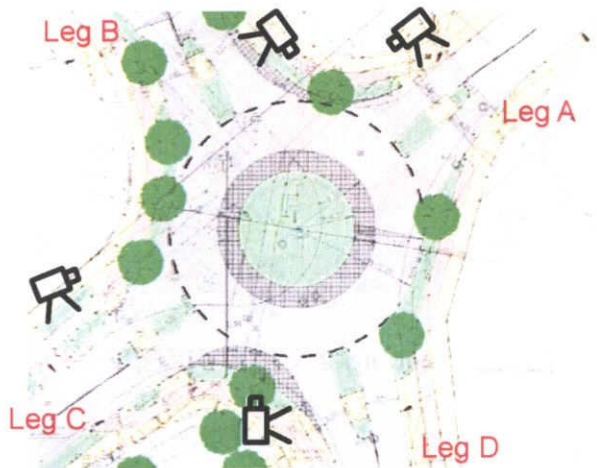


図 6.3 Dieburg-1 交差点平面図



写真 6.8 流入部の切り欠き(Dieburg-1)



写真 6.9 流入部 A(Dieburg-1)



写真 6.10 環道, 及びエプロン(Dieburg-1)

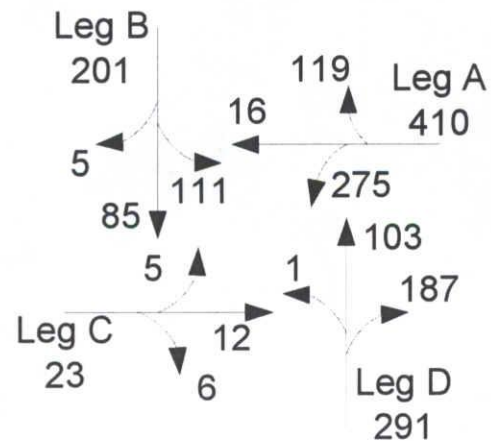


図 6.4 Dieburg-1 交通量(単位:台/1時間)

も走行できるよう配慮されている。

この地域内では、無信号交差点のラウンドアバウトへの改良が続けられており、改良工事中の箇所が数箇所確認できた(写真6.13)。また、既往の無信号交差点の中央に、簡易に中央島を設置してラウンドアバウトとして運用している事例も見られた(写真6.14)。

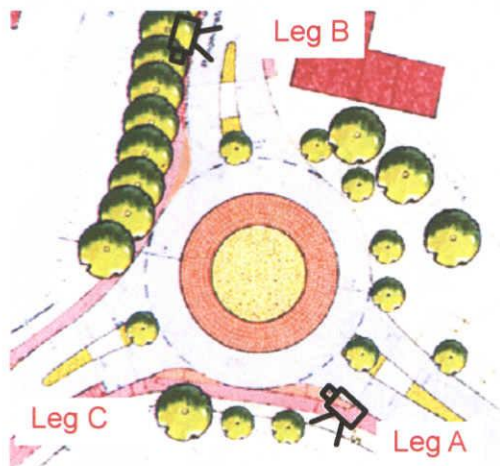


図 6.5 Dieburg-2 交差点平面図



写真 6.11 流入部 A(Dieburg-2)



写真 6.12 流入部 C(Dieburg-2)

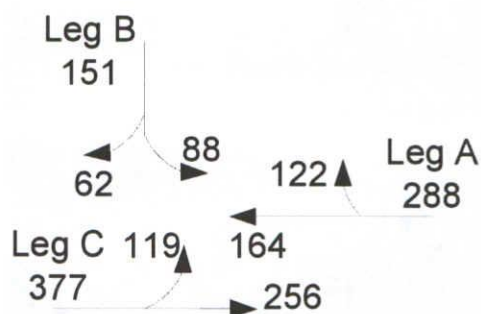


図 6.6 Dieburg-2 交通量(単位:台/1 時間)



写真 6.13 無信号交差点をラウンドアバウトへ改良



写真 6.14 簡易に中央島を配した事例

6.2.3 Groß-Zimmern(グロース・ツィンメルン)

写真6.15に示すような集落の入り口に設置されているラウンドアバウトである。また、自動車専用道路を降りて最初の交差点でもあり、車両に対し速度抑制を与える役割も果たしている。

通常形式の無信号交差点からラウンドアバウトへ改良された交差点であり、ラウンドアバウトへの改良に際し、図6.7から分かるように、流入部B,Dを西寄りに振ることにより、交差部の用地を確



写真 6.15 Groß-Zimmern 周辺の航空写真

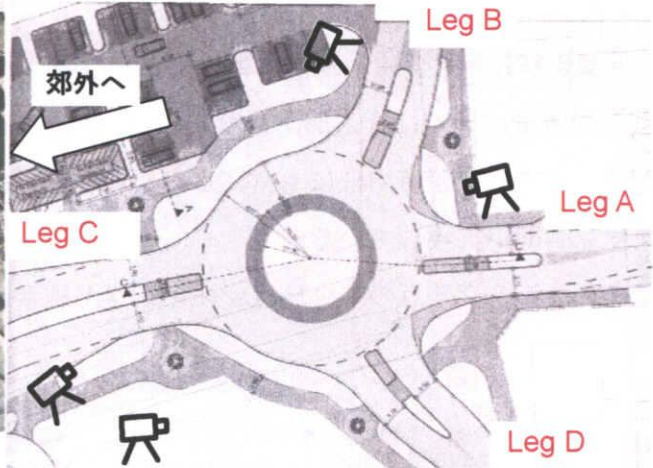


図 6.7 Groß-Zimmern 交差点平面図



写真 6.16 隅角部の切り欠き(Groß-Zimmern)



写真 6.17 段差のあるエプロン(Groß-Zimmern)



写真 6.18 隅角部の切り欠き(Groß-Zimmern)

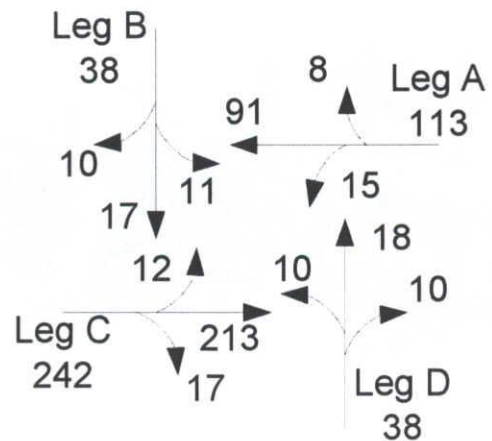


図 6.8 Groß-Zimmern 交通量(単位:台/1時間)

保している。また、流入部が側方に振られていることに伴い、流入部A, B間、及び流入部D, A間の角度が小さくなっているが、Dieburgの事例と同様に、Aから流入し、Bへ流出する車両、Dから流入しAへ流出する車両の走行動線の曲線半径が小さくなることを防ぐため、隅角部に切り欠き(写真6.16)が設置されている。

6.2.4 Leeds(リーズ)

写真6.19に示す、住宅地内の幹線道路に設置されている、5枝のMini roundaboutである。この交差点の交通量は多く(1流入部あたり150-450台/h)、流入部によっては常に車両が存在しており(写真6.22)、また、交差点内部にも常に車両が存在している。環道側優先が厳守されているため、円滑な交差点制御が実現している。

また、この交差点の中央島はマーキングが施されているだけの簡易なものである。



写真 6.19 Leeds 周辺の航空写真

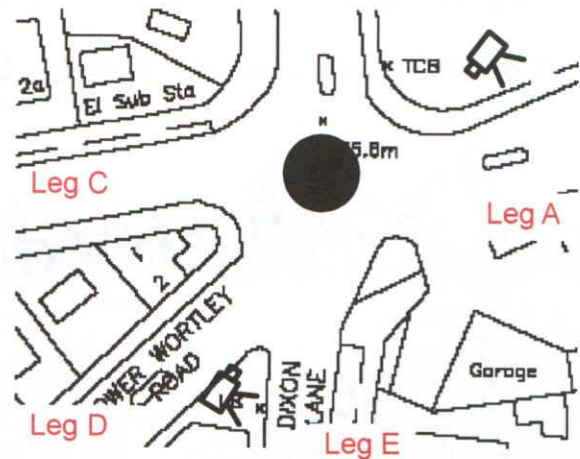


図 6.9 Leeds ラウンドアバウトの平面図



写真 6.20 流入部 D(Leeds)



写真 6.21 流入部 E(Leeds)



写真 6.22 流入部 A(Leeds)

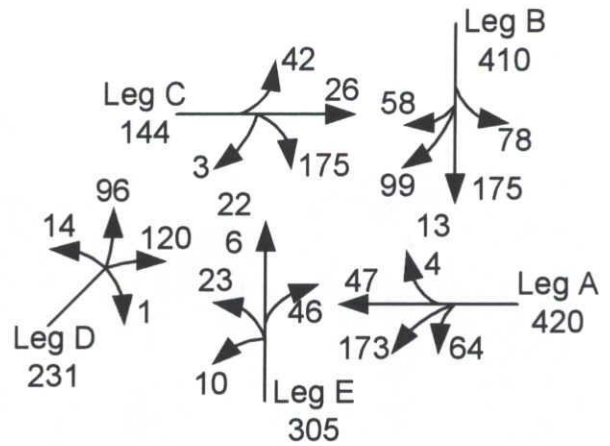


図 6.10 Leeds の交通量(単位:台/1時間)

6.2.5 London

写真6.23に示す住宅地内の4枝のMini roundaboutである。この交差点の交通量は少ないが、交差点に近づくと車両は必ず減速するため、この地域内の車両速度の抑制のデバイスとして、地域内の安全性向上に貢献している。

また、この地域内では、この交差点の他にも数箇所と同様のMini roundaboutが導入されていた。



写真 6.23 London の Mini roundabout 航空写真



写真 6.24 London Mini roundabout 全景

6.2.6 Doonside

写真6-25に示す住宅地内の4枝のCompact roundaboutである。ドイツのCompact roundaboutと比べ流出入口の曲線半径が大きく、流入部交通島が三角形に近い形状をしていることが特徴である。



写真 6.25 Doonside 周辺の航空写真

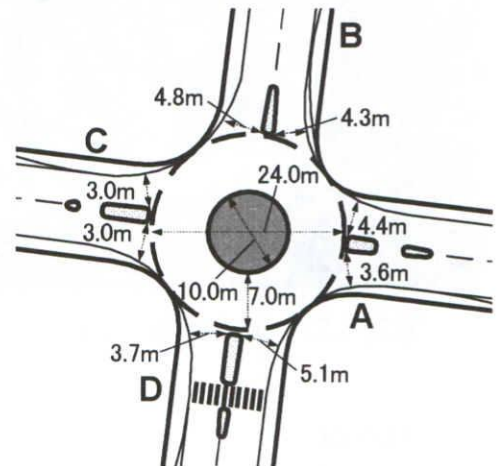


図 6.11 Doonside ラウンドアバウト平面図



写真 6.26 流入部 D(Doonside)



写真 6.27 流入部 A(b) (Doonside)



写真 6.28 中央島(Doonside)

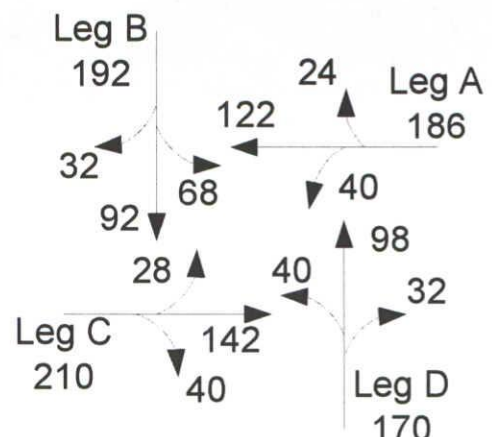


図 6.12 Doonside 交通量(単位:台/1時間)

7. 車両挙動分析

本調査を通じて得られたデータをもとに、以下の項目について分析を行った。

- ・ 流出入部における車両挙動に関する分析
 - 流入部における車両の停止割合，見送った環道車両台数
 - 流入車両の環道ギャップ利用特性を表すパラメータ(環道進入時の追従車頭時間，臨界ギャップ)
 - 流出入時の車両速度
- ・ 環道走行時の車両挙動に関する分析
 - 環道通過に要する時間
 - エプロンの利用状況

以下に各分析の方法，意義，結果，課題等を示す。

7.1 流出入部における車両挙動に関する分析

7.1.1 流入部における車両の停止割合，見送った環道車両台数

ラウンドアバウトの特徴の1つとして，他に交錯する車両が存在しなければ，いつでも交差点内に進入可能であることが挙げられる．その効果を示すため，交差点に進入する車両が環道進入時に停止する車両台数の割合を計測した．図7.1に計測結果を示す。

この結果より，今回調査を実施した交差点の交通量レベルの交差点であれば，概ね8割程度の車両は1台も車両を見送ることなく交差点に進入することが可能であることが分かる。

また図7.2は，環道交通量，流入交通量，流出交通量と，流入車両が停止することなく，交差点に進入できる割合との関係を示したグラフである．ここで環道交通量とは，図7.3に示すように，着目する流入部の目の前を通過する環道車両の台数である．Leg-Dを例にすると，式(7.1)により算出される。

$$Q_{C_D} = V_{AB} + V_{AC} + V_{BC} \cdots \cdots (7.1)$$

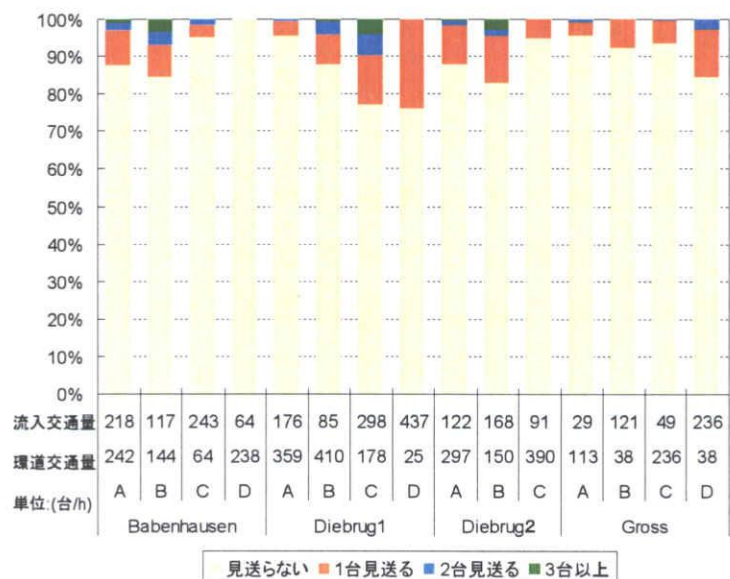
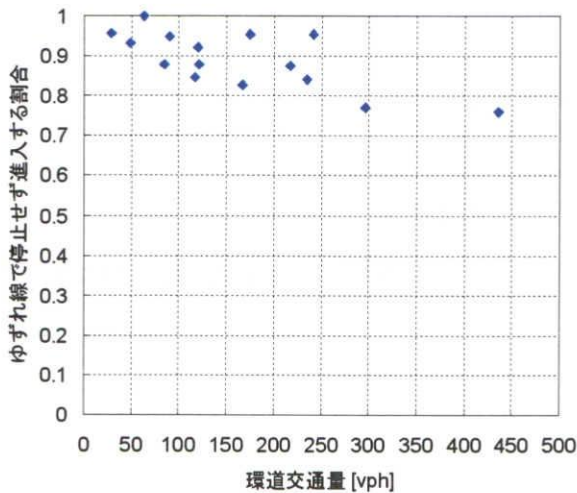
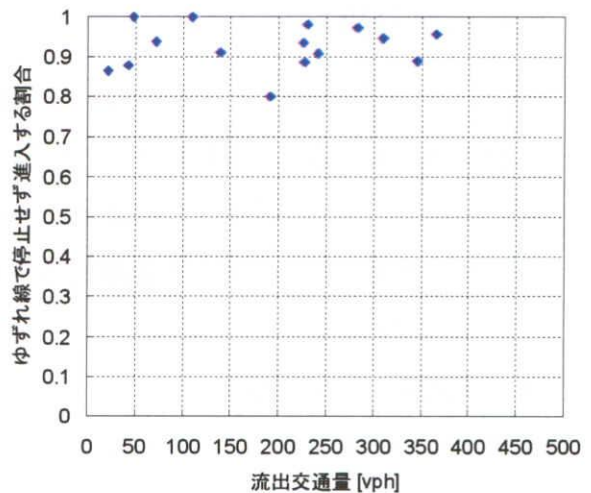


図 7.1 流入部で見送った環道車両台数の割合



(a)環道交通量との関係



(b)流出交通量との関係

図 7.2 交差点進入時に環道車両を1台も見送らない流入車両のうち、停止しない車両の割合

流出交通量とは、着目している枝の流出部から流出する車両台数のことである。

まず、環道交通量との関係を見ると(図7.2(a))、環道交通量が多くなると、流入車両が環道へ進入できる機会が少なくなるので、譲れ線において停止して車両を見送る機会が多くなり、停止する車両の割合が高くなる。

次に流出交通量との関係を見てみる(図7.2(b))。通常、環道車両が存在しなければ、交差点に進入する車両は、譲れ線で停止することなく環道へ進入することが可能であるが、同一流入部から流出する車両が存在する場合、交差点に進入しようとする車両は、

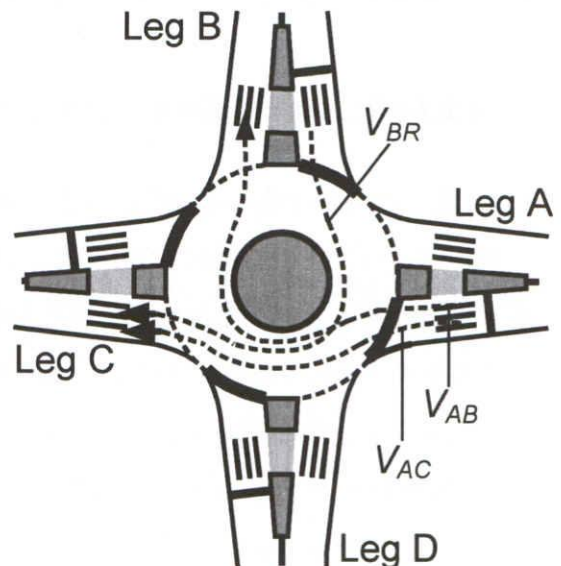


図 7-3 環道交通量の計測方法

その車両が流出するか、環道を走行し続けるか判断できないため、流入車がゆずれ線において停止することがある。また、その影響で交差点の交通容量が低下することも示唆されている²³⁾。そこで、流出車両とゆずれ線における停止割合との関係を分析した。今回の分析結果からは、十分な感度が見られなかった。その要因として、図7.1で示した通り、ほとんどの車両が停止することなく交差点に進入することが可能である、すなわち、流入部において他車と交錯を起こす確率が極めて低いことが要因として挙げられる。今後の課題として、今回調査を実施した交差点より交通量レベルの高い交差点での調査、また今回調査を行った交差点に関しても、1分間単位などマイクロな分析が必要と考えられる。

7.2 流入車両の環道ギャップ利用特性を表すパラメータ

流入車両の環道ギャップ利用特性を表すパラメータとは、ラウンドアバウトの交通容量を推計するために必要なもので、流入車両が環道交通流中に合流し得る最小ギャップ(臨界ギャップ: Critical gap), 同一の環道ギャップに、車両が連続して流入する際の平均車頭時間(追従車頭時間: Follow up time)とがある。本節では各ラウンドアバウトでのパラメータの計測結果を示し、幾何構造との関係を考察する。観測を行なったラウンドアバウト流入部の交通量条件を表7.1に示す。

表 7.1 各交差点流入部の交通量

観測流入部	流入交通量	環道交通量	流出交通量
Dieburg-1(B流入部)	201vph	292vph	227vph
Leeds(E流入部)	305vph	518vph	260vph
京都(B流入部)	341vph	220vph	197vph
飯田(C流入部)	193vph	252vph	172vph

7.2.1 臨界ギャップ(Critical gap : t_c)

臨界ギャップ t_c は、流入車両が環道交通流中に合流し得る最小ギャップとして定義される。すなわち、臨界ギャップより小さいギャップは棄却され、大きいギャップは受入れられる。臨界ギャップの取得には、受入ギャップ、拒絶ギャップそれぞれの累積をとり、両者の割合が等しくなる点を臨界ギャップとする。

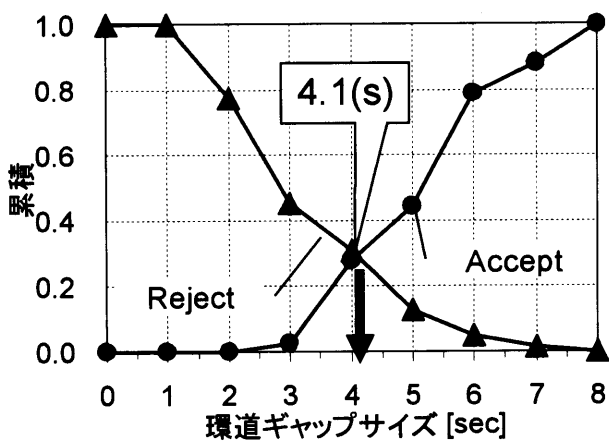
推計結果を図7.4に示す。まず、国内2箇所の結果を比較すると、飯田市の方が値は小さい。これは、飯田市のラウンドアバウトでは、流入部付近にマーキング等が施されておらず、流入車両はそれぞれ流入しやすいと考える位置で環道交通流に対しギャップアクセプタンスを行なっている。そのため、小さいギャップでも受入れやすくなっているものと考えられる。

次に、DieburgのCompact roundaboutと構造が比較的Compact roundaboutに近い京都市のラウンドアバウトとを比較すると、DieburgのCompact roundaboutでは、日本のラウンドアバウト型交差点と比べ、小さいギャップでも受入れやすい傾向にあることが分かる。

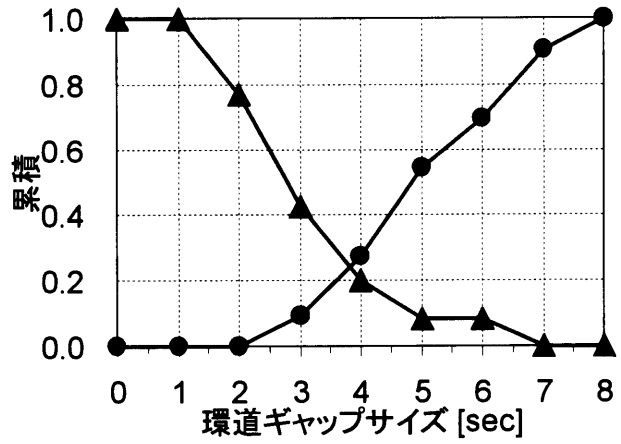
また、Mini roundabout(Leeds)とCompact roundabout(Dieburg)とを比較すると、Mini roundaboutは臨界ギャップが大きい。これは、Mini roundaboutでは、自分の流入部より上流側の流入部に車両が存在しているだけで流入するのを躊躇することに起因している。

7.2.2 流入車追従車頭時間(Follow up time : t_f)

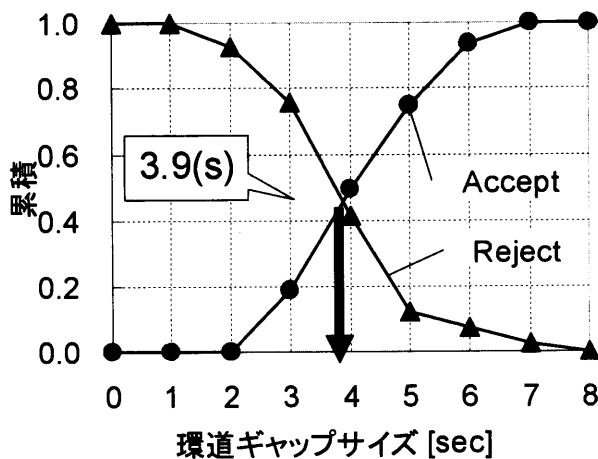
流入車追従車頭時間は、同一の環道ギャップに、流入車両が連続して流入する際の平均車頭時間である。



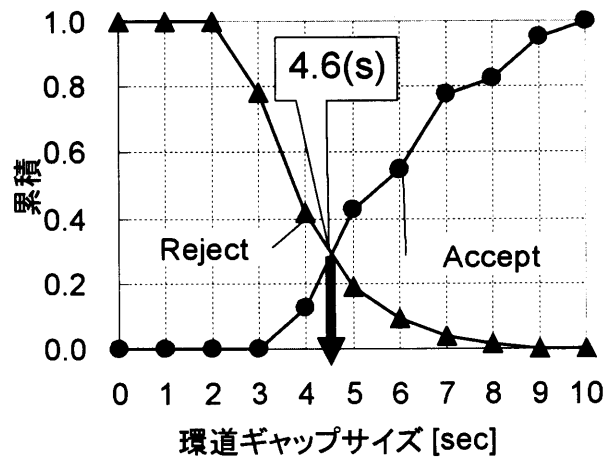
(a) 京都市 RA 型交差点



(b) 飯田市 RA 型交差点



(c) Dieburg-1 Compact RA



(d) Leeds Mini RA

図 7.4 臨界ギャップの推計結果

表 7.2 Follow up time の計測結果

観測交差点	Follow up time (平均[sec])	分散	サンプル数
京都(B流入部)	2.9	1.00	152
飯田(C流入部)	3.6	1.50	114
Dieburg-1(B流入部)	2.3	0.28	34
Leeds (E流入部)	3.3	0.57	22

各交差点での計測結果を表7.2に示す。この結果より、国内のラウンドアバウト型交差点では Dieburg に比べ、値が大きくなっていることが分かる。これは、Dieburg のラウンドアバウトが車両挙動等を考慮し設計されており、他に比べ流入しやすい形状であることに起因していると考えられる。一方で、飯田市のラウンドアバウト型交差点では、他より値が大きく、またバラツキも大きい。これは、流入部に交通島が設置されておらず、車両によって挙動が異なるためと考えられる。また Dieburg のラウンドアバウトでは、流入部でゆずれ制御が導入されているのに対し、国内のラウンドアバウト型交差点は一時停止制御が行われていることも影響していると考えられる。

7.2.3 流出入時の車両速度

流出入部の幾何構造が車両挙動に与える影響を分析するため、各ラウンドアバウトの流出入部の車両速度を取得した。

速度は、流出入部の2点間(流入部交通島の先端と後端)を通過するのに要した時間 t を計測し、交通島の長さ l を t で除すことにより取得した(図7.5)。なお、車両速度は、自由走行状態の車両のみを抽出して計測している。

表7.3は、ドイツ、オーストラリアのコンパクト・ラウンドアバウト、及び国内のラウンドアバウト型交差点の速度を計測した結果である。まず、流入時と流出時の速度を比較すると、各ラウンドアとも流入時のほうが車両速度は低いことが分かる。これは、流入時には、環道交通流に対しギャップアクセプタンスするため、減速する必要があることに起因している。

今回の分析は幾何構造がほぼ同一であるラウンドアバウトでの分析にとどまっているが、流入部の曲線半径、幅員が異なるラウンドアバウトでの分析を行い、これら要因が速度に与える影響を分析する必要がある。また、今回の分析は地上から撮影したカメラからのデータから得られたものであり、カメラアングルの制約上、精度は十分でない。可能であれば、真上から見下ろせる画角からの撮影を行なう必要がある。

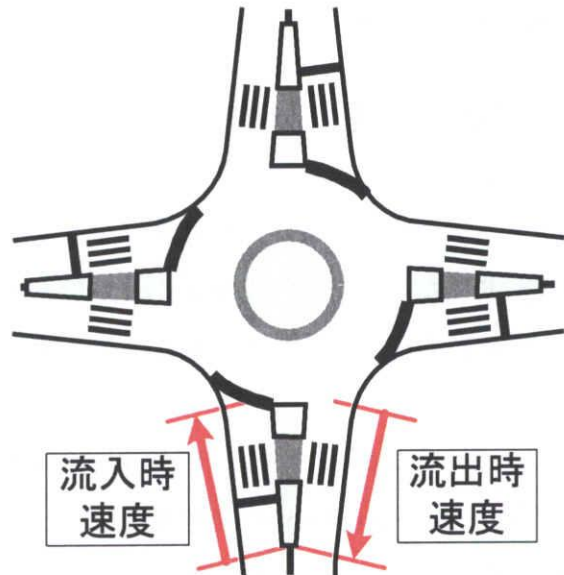


図 7.5 流出入部における車両速度計測断面

表 7.3 流出入部での車両速度計測結果

交差点名	流入部	平均速度(km/h)		分散	
		流入	流出	流入	流出
Babenhausen	A	33.1	33.7	20.4	41.1
	B	25.6	33.1	20.6	32.9
	C	28.4	32.2	14.9	12.7
	D	35.6	34.2	21.3	30.2
Dieburg1	A	25.8	38.2	43.8	25.6
	B	26.6	29.4	36.5	8.5
	C	25.4	27.9	40.5	27.2
	D	28.6	29.3	38.2	18.3
Diebrug2	A	32.8	36.5	69.8	46.3
	B	21.8	33.4	21.1	29.5
	C	-	-	-	-
Gross	A	24.9	26.0	20.7	36.2
	B	23.7	21.5	18.0	25.0
	C	-	28.3	-	17.2
	D	20.6	32.2	5.4	18.0
Doonside	A	-	-	-	-
	B	-	-	-	-
	C	22.6	20.4	32.9	53.0
	D	-	-	-	-
京都	B	13.3	18.8	11.0	9.9
飯田	C	20.5	31.7	22.6	20.7
藤岡	A	24.9	30.6	96.0	36.4
	B	19.4	19.9	50.8	10.5
	C	20.1	27.3	38.9	20.7

7.3 環道における車両挙動分析

7.3.1 環道通過に要する時間

ラウンドアバウトは交差点中央部に中央島が配されており、その周囲を大回りしなくてはならない。ラウンドアバウトの外径が大きくなるほど、交差点交通容量を高くすることができる、大型車を捌きやすくなるなどの利点がある一方で、交差点通過に要する時間が長くなる、外形が大きくなることで環道曲線半径が大きくなり十分な速度抑制が得られない、多くの用地が必要になる、など、デメリットも多い。

本節では、ラウンドアバウトの外径を決定する基準の一つとなる、環道通過に要する時間(幾何構造遅れ, **Geometric delay**)の実測を行なった。

今回の分析では、ゆずれ線で停止しなかった車両に着目し、環道に進入してから、流出するまでの時間を右左折直進別に計測した。また、環道通過に要する時間に基づき、環道走行時の平均速度を推計した。推計方法は、**図7.6**のように車両の走行動線、転回角度を便宜的に仮定し、それに基づき車両の環道内で走行した道のりを算出し、道のりを環道通過に要した時間で除すことで、環道走行時の速度を算出した。

表7.4に、環道通過に要する時間の実測結果、および環道走行時の平均速度の推計結果を示す。また、**図7.7**は環道内道のりと環道通過に要する時間の関係を右左折直進別に示したものである。**図7.7**より、環道通過に要する時間は、道のりのみによって決定されるのではなく、車両動線の曲線半径等の諸要因との関係により決定されるものと考えられる。

今後、ラウンドアバウトの外径、流入部間の角度等のラウンドアバウトの幾何構造諸量を与えることにより、**Geometric delay**の推計モデルを構築し、ラウンドアバウトの適切な外径の決定基準の指標の一つとする方針である。

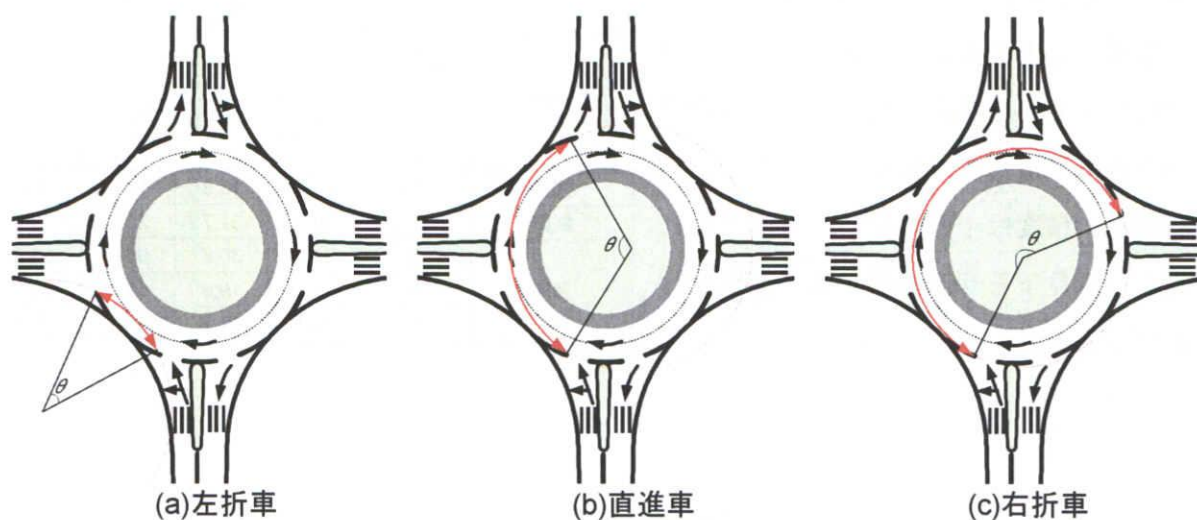


図 7.6 Geometric delay の計測方法(左側通行の場合)

表 7.4 環道通過に要する時間の実測結果, 及び環道通過時の速度の推計結果

		車両動線の曲線半径[m]			環道内道のり[m] (a)			環道通過に要する時間[s]			速度[km/h] (a)/(b)		
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折
Babenhausen	A	14	18	13	55.0	32.1	9.1	8.3	4.6	2.0	23.9	24.8	16.3
	B	14	17	20	52.5	34.6	14.0	6.4	3.7	2.2	29.4	33.5	22.9
	C	14	19	12	50.1	29.8	12.6	6.3	3.8	2.1	28.6	28.3	21.5
	D	14	17	10	51.3	31.2	11.3	7.2	3.2	2.1	25.6	34.5	19.6
Dieburg-1	A	14	17	26	57.4	38.9	18.2	7.3	3.5	1.1	28.3	40.0	59.4
	B	15	16	19	60.7	33.8	14.5	7.6	5.3	2.0	28.8	23.0	26.2
	C	15	17	35	58.2	35.6	12.2	7.7	4.6	2.7	27.2	27.9	16.3
	D	14	17	14	53.8	34.1	13.0	9.1	6.9	4.0	21.3	17.8	11.7
Gross	A	14	15	8	66.0	38.0	13.7	10.2	7.1	2.1	23.3	19.4	23.6
	C	14	17	20	44.0	28.8	19.2	7.9	5.4	2.7	20.0	19.0	25.6
	D	14	22	7	52.5	21.1	15.3	7.7	4.1	2.2	24.6	18.6	25.0

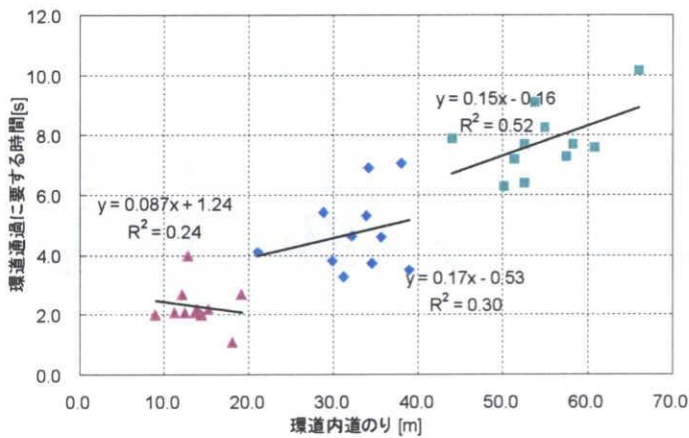


図 7.7 環道内道のりと通過に要する時間の関係

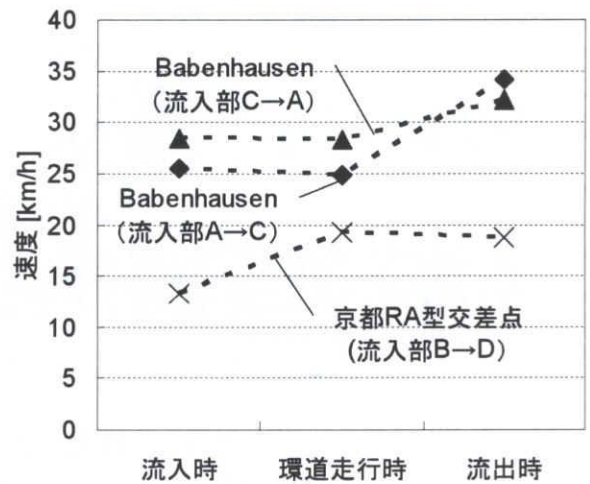


図 7.8 ラウンドアバウト通過時の速度プロファイル

また、推計された環道走行時の平均速度をもとに、ラウンドアバウトへ流入してから流出するまでの速度プロファイルを描いた(図7.8)。ここで、流入、流出時の速度は、表7.3の結果を用いている。

この結果より、ドイツのラウンドアバウトでは、流入から環道にかけては、ほぼ同一の速度であるが、流出時に速度が上がっており、望ましい速度プロファイルとなっている。一方で、京都のラウンドアバウト型交差点では、流出時の速度が環道走行時より低下していることが分かる。これは、流入部と流出部の形状が同一であり、車両挙動に配慮されていないためである。流出部の曲線半径を大きくする、もしくは幅員を広くするなどして、流出しやすい形状にすることが必要である。また、流入時の速度を比較すると、京都市のラウンドアバウトは、ドイツに比べて低いことが分かる。これは、京都市のラウンドアバウトが一時停止制御されていることによるものと考えられる。

7.3.2 エプロンの利用状況

エプロンの形状が車両挙動に与える影響を分析するため、ドイツ3箇所の外径がほぼ同一でエプロンの形状が異なるCompact roundaboutにおいて、エプロンの利用率、及び、直進車両の速度観測を行なった。比較を行なったラウンドアバウトのエプロンの形状を写真7.1に、また、分析結果を表7.4に示す。この結果より、マーキングを施したのみのエプロンは、乗用車に乗り上げられやすい傾向があることが分かる。また、車両の平均速度も高く、バラツキも大きい。一方で、段差があるエプロンでは、大型車にも走行されないことが分かる。一方で、平均速度は小さくなっている。以上より、乗用車には乗り上げにくいエプロンの設置により、速度抑制効果が得られやすくなることが分かる。



(a)Babenhausen (b)Dieburg-1 (c)Groß-Zimmern
写真 7.1 比較を行なった Compact roundabout のエプロン形状

表 7.5 環道, エプロンの諸元とエプロン利用率

交差点名	Babenhausen	Dieburg-1	Groß-Zimmern
直進車環道内平均速度	33.6km/h	21.9km/h	19.0km/h
速度の分散	25.9	24.0	6.0
環道直径	29.0m	28.0m	30.0m
環道幅員	5.5m	5.5m	5.5m
エプロン幅員	2.5m	2.25m	2.5m
環道とエプロンの段差	なし	なし	あり
エプロンの材質	マーキングのみ	敷石	敷石
エプロン利用率(乗用車)	27.3%	13.7%	0.0%
エプロン利用率(大型車)	100.0%	20.0%	0.0%

8. 交通容量から判断されるラウンドアバウトの適用条件

本章では、海外で用いられているCompact roundaboutの交通容量推計式を用いて流入部交通容量を算出し、交通量の観点からラウンドアバウトの適用条件を示す。さらに、交差点の方向別の交通量比が異なる場合のラウンドアバウトの適用性を示す。

交通容量推計に必要なパラメータは、ドイツDieburgのCompact roundaboutに加え、幾何構造上の相違が交通容量に及ぼす影響を分析するため、国内2箇所のラウンドアバウト型交差点(京都市、飯田市)のものを用いて、それぞれのラウンドアバウトの交通容量の推計を行なった。

8.1 交通容量推計式のモデル構造

ラウンドアバウトの流入部交通容量は、環道交通量、交差点に流入する車両の環道ギャップの利用特性、及び追従して進入する際の車頭時間により決定される。

流入部交通容量 C (単位時間あたりに1流入部で進入可能な車両台数)は、環道交通流中のギャップ l の出現頻度 $h(t)$ 、ギャップ l に進入可能な車両台数 $E(t)$ の積を積分することにより1ギャップあたりに進入可能な車両台数の期待値を算出し、これに単位時間あたりの環道交通量(単位時間あたりの環道ギャップの個数) Q_c を乗ずることで算出する(式(8.1))。

$$C = Q_c \int_0^{\infty} h(t)E(t)dt \dots\dots\dots(8.1)$$

これまでに交通容量推計式は、多くの方法が提案されているが、ここでは、 $h(t)$ は、ラウンドアバウトのように比較的交通量の少ない箇所の車頭時間を再現するのに適している、CowanのM3モデル²⁵⁾を用いているWuら¹¹⁾の式(式(8.2))により容量を推計する。

$$\begin{aligned} C &= Q_c \int_0^{\infty} h(t)E(t)dt \\ &= Q_c \int_{t_c}^{\infty} \alpha \cdot \lambda \cdot e^{-\lambda(t-\tau)} \cdot \frac{t - (t_c - t_f/2)}{t_f} dt \\ &= 3600\alpha \cdot \frac{1}{t_f} \cdot \exp\left\{-\frac{Q_c}{3600} \cdot \left(t_c - \frac{t_f}{2} - \tau\right)\right\} \dots\dots\dots(8.2) \end{aligned}$$

ここで、 α :自由走行確率、 t_c :臨界ギャップ、 t_f :追従車頭時間、 τ :最小車頭時間である。

8.2 交通容量の算出

Dieburg, 京都市, 飯田市, それぞれのラウンドアバウトで観測されたパラメータに基づき、各ラウンドアバウトの流入部交通容量を算出した(図8.1)。また、各ラウンドアバウトのギャップパラメータを表8.1に示す。

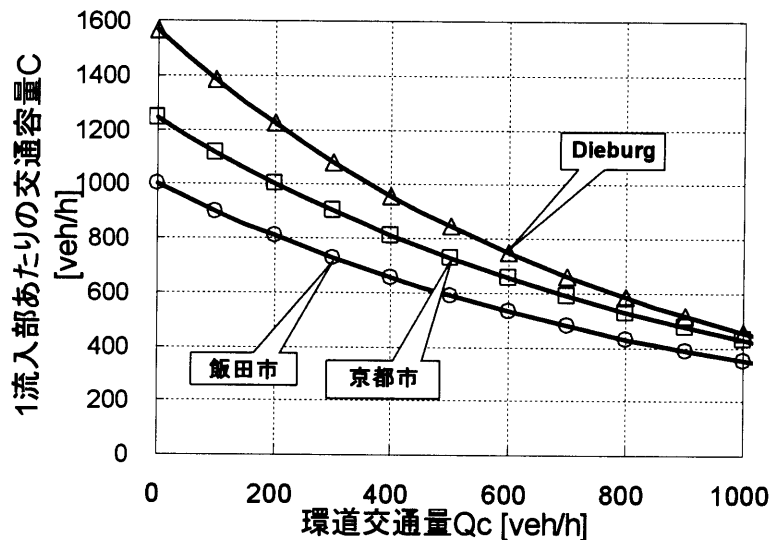


図8.1 各ラウンドアバウトの交通容量推計

表8.1 各ラウンドアバウトのギャップパラメータ

観測交差点	Follow up time [sec]	Critical gap [sec]
Dieburg-1	2.3	3.9
京都	2.9	4.1
飯田	3.6	3.9

環道交通量の少ない場合には、各交差点間の交通容量に大きな差が見られる。これは、ギャップパラメータの違いのために、環道交通量が少ない時には、大きい環道ギャップが出現する確率が高くなり、流入車両は同一の環道ギャップに連続して流入することが多くなり、追従車頭時間の影響が効いてくるためである。

一方、環道交通量が増加するのに伴い、交通容量の差は小さくなっていく。これは、環道交通量が増えてくると、小さいサイズの環道ギャップの出現頻度が高なり、臨界ギャップによる影響が効いてくるが、今回計測した3交差点では、臨界ギャップに大きな差が見られなかったためと考えられる。3交差点の臨界ギャップを比較すると、飯田市の値が小さく計測されている。これは、飯田市のラウンドアバウトでは、流入部付近にマーキング等が施されておらず、流入車両はそれぞれ流入しやすいと考える位置で環道交通流に対しギャップアクセプタンスを行なっている。そのため、小さいギャップでも受入れやすくなっているものと考えられる。また、Dieburgと京都市を比較すると、Dieburgでは小さいギャップでも受入れやすい傾向にあることが分かる。これは、Dieburgのラウンドアバウトは、車両挙動等を考慮した設計基準に則って設計されているため、交差点に流入しやすい構造となっているためと考えられる。

8.3 主従道路の交通量比と交通容量の関係

主道路、従道路の交通量の比が、交通容量に及ぼす影響を分析した。計算条件を表8.2に示す。なお、右左折直進率は、現実的な値となるよう以下のように設定した。

表 8.2 主従道路の交通量比による評価シナリオ

	交通量比 (主:従)	左折:直進:右折	
		主道路	従道路
A	50:50	25:50:25	
B	70:30	15:70:15	35:30:35
C	90:10	5:90:5	45:10:45

ウンドアバウトの適用条件

- 主道路側の右左折直進率:

左折:直進:右折=従道路の交通量比+2:主道路側の交通量比:従道路の交通量比+2

- 従道路側の右左折率:

左折:直進:右折=主道路の交通量比+2:従道路側の交通量比:主道路の交通量比+2

なお、計算に用いるギャップパラメータ値は、ドイツと同様の形状のラウンドアバウトを適用することを想定し、Dieburgで取得した値を用いている。

この条件により、交通容量を算出した結果を図8.2に示す。図中の実線が1流入部あたりの交通容量を、破線が1流入部あたりの流入交通量を示している。両者の交点は流入部が飽和状態になる交

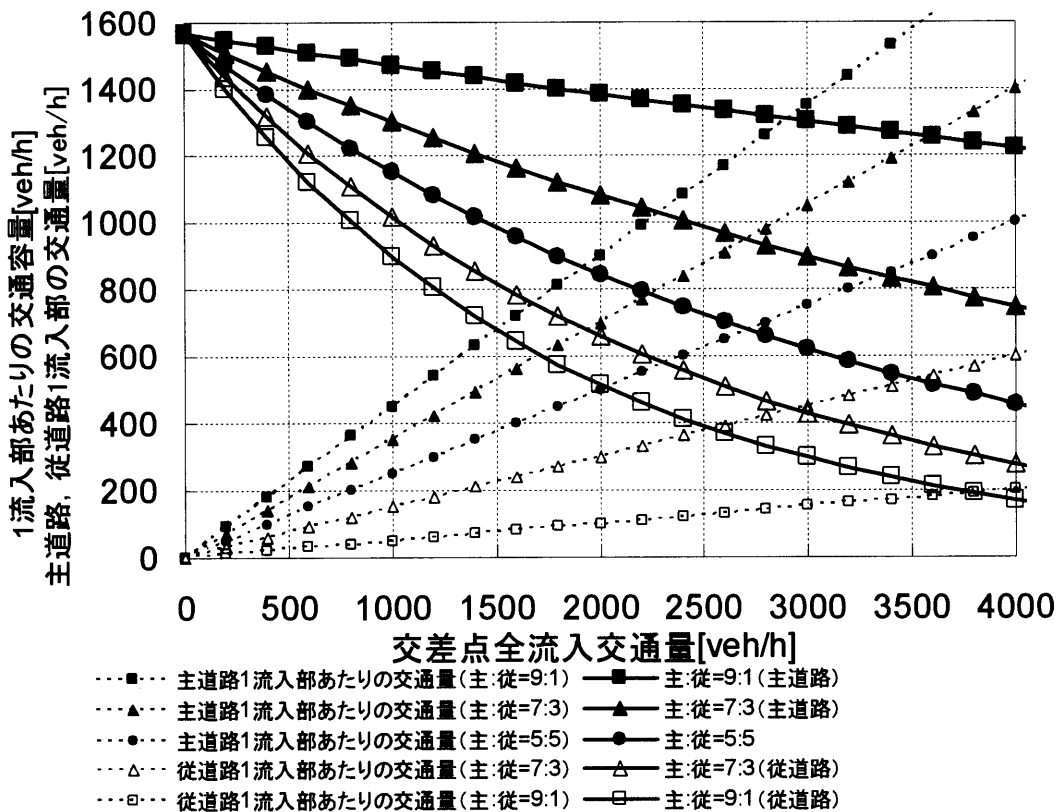


図 8.2 主従道路の交通量比による適用条件の違い

通量を示す。また、図8.3は、各交通
 量比の適用条件を示したグラフであ
 る。このグラフより、交差点主従道
 路の交通量比が大きい場合の方が、
 適用交差点全流入交通量が大きくて
 も、適用可能であることが分かる。
 しかし、それほど大きな差は見られ
 ず、主道路、従道路の交通量比によ
 らず、交差点全流入交通量により適
 用の可否は概ね決定される。

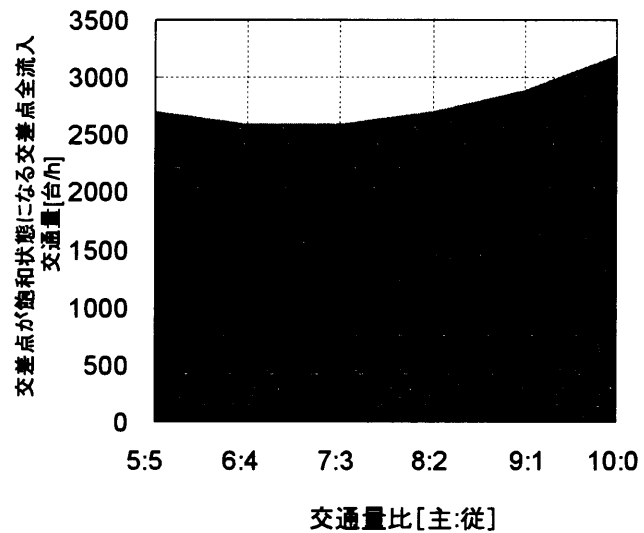


図 8.3 交通量比によるラウンドアバウトの適用条件

以上より、ラウンドアバウトの交通容量から判断される適用対象として、次のような箇所が適当
 である：

- ・ 交差する道路各枝の交通量が均衡している場合、1流入部あたりの交通量が700台/h程度の交差
 点。
- ・ 従道路側の交通量が極めて少ない場合、主道路の交通量が1,200台/h程度の交差点であっても
 適用可能である。設置箇所の選定に当たっては、市街部の入口、沿道施設、例えば道の駅の
 入口など、ランドマーク的な箇所への設置が望ましい。

また、ドイツと国内のラウンドアバウトの交通容量の比較結果より、以下のことが明らかとなっ
 た：

- ・ 追従車頭時間を比較すると、日本のラウンドアバウト型交差点のほうが大きい値となった。
 これは、日本のラウンドアバウト型交差点では一時停止制御が導入されていることに起因し
 ていると考えられる。しかし、追従車頭時間の影響が効いてくるのは環道交通量が少ない場
 合であるが、この場合通常は各流入部の交通量も少なく、流入部が飽和状態になることはな
 いと思われるので、流入部から連続して環道ギャップへ流入する機会は少ない。すなわち、
 追従車頭時間の大小は、それほどラウンドアバウトの性能に影響を及ぼさないものと考えら
 れる。
- ・ マーキングのみで流入部交通島が設置されていない京都市、構造物による交通島が設置され
 ているDieburgの臨界ギャップを比較すると、Dieburgのほうが小さい値が推計された。

9. 遅れによるラウンドアバウトの適用性の検討

本章では、ラウンドアバウトにおける遅れに着目し、平面交差点の性能を評価する。まず、調査を実施した各ラウンドアバウトの遅れを比較し、ラウンドアバウトの幾何構造が遅れに与える影響について考察する。次に、交通量が少ない場合を想定し、ラウンドアバウトと信号交差点の性能を遅れにより比較する。

9.1 ラウンドアバウトの遅れの実測方法

ラウンドアバウトの遅れは、交差点流入部の待ち行列に並び始めてから交差点に進入するまでの停止による遅れ(Adams delay)²⁶⁾ d_a とラウンドアバウトの環道を低速で通過するために生じる遅れ(Geometric delay)²⁷⁾ d_g の2つから構成され、ラウンドアバウトにおける遅れ d_R は式 d_a と d_g の和により算出される(式(9.1))。

$$d_R = d_a + d_g \dots\dots\dots (9.1)$$

以下に、それぞれの遅れの計測方法を示す。

9.1.1 待ち行列に並び始めてから交差点進入までの遅れ(Adams delay d_a)

Adams delay d_a は、式(9.2)により理論的に算出される。

$$d_a = D_m + 900T \left[\frac{q_e}{c} - 1 + \frac{q_e}{c} - 1 + \sqrt{\frac{q_e}{c} - 1 + \frac{D_m \cdot \frac{q_e}{c}}{450T}} \right] \dots\dots\dots (9.2)$$

$$D_m = \frac{e^{\lambda(t_c - \tau)}}{\alpha q_c} - t_c - \frac{1}{\lambda} + \frac{\lambda \tau^2 - 2\tau(1 - \alpha)}{2(\lambda \tau + \alpha)} \dots\dots\dots (9.3)$$

式(9.3)において、第1項は、ゆずれ線に到着してから環道に進入するまでに被る遅れ、第2項は流入部の待ち行列に到着してから、ゆずれ線に到着するまでに被る遅れである。

本研究では、以下の手順により遅れを実測した。まず、(1)ゆずれ線に到達するまでに停止する場合、(2)停止することなくそのまま通過する場合、それぞれに関して、流入部交通島の先端を通過してから、ゆずれ線先端に到達する時間を実測した。これらの差を停止した車両の遅れ d_{al} とした。一方、停止しなかった車両は遅れを被らないものとする。さらに、これら両者の車両の割合を計測し、

表 9.1 待ち行列に並び始めてから交差点進入までの遅れ

	停止した車両の遅れ d_a	停止しなかった車両の
遅れ[s]	停止した車両の所要時間 - 停止しなかった場合の所要時間	0
それぞれの車両の割合	P_s	$1 - P_s$

その加重和を「ゆずれ線手前の待ち行列に並び始めてから、環道に進入するまでの遅れ」とした(表9.1, 式(9.4)).

$$d_a = P_s \cdot d_{a1} + (1 - P_s) \cdot 0 = P_s \cdot d_{a1} \dots\dots\dots (9.4)$$

9.1.2 ラウンドアバウトの環道を低速で通過するために生じる遅れ(Geometric delay d_g)

Geometric delay d_g は、ゆずれ線にて停止した車両、停止せずにそのまま進入した車両、それぞれの環道通過に要する時間、及び、ゆずれ線手前で減速した時間を実測することにより算出される。

$$d_g = P_s \cdot d_s + (1 - P_s) \cdot d_u \dots\dots\dots (9.5)$$

ここで、 P_s はゆずれ線において停止した割合、 d_s はゆずれ線において停止した車両のGeometric delay、 d_u はゆずれ線において停止しなかった車両のGeometric delayである。Geometric delayは各流入部とも、右左折直進車別に計測している。

9.1.3 信号制御を仮定した場合の遅れの推計方法

信号交差点における遅れ d_{sig} はWebsterの平均遅れの式²⁸⁾により推計する。

$$d_{sig} = \frac{(1-g)^2}{2(1-\lambda)} C + \frac{X^2}{2q(1-X)} - 0.65 \left(\frac{c}{q^2} \right)^{1/3} X^{(2+5G)} \dots\dots\dots (9.6)$$

本検討では、信号交差点における右折車両のギャップアクセプタンスが遅れに与える影響を考慮するため、便宜的に、式(9.2)のAdams delayの第1項により算出する。

$$d_{Rt} = d_{sig} + \frac{e^{\lambda(t_c - \tau)}}{\alpha q_{opp}} - t_c - \frac{1}{\lambda} + \frac{\lambda \tau^2 - 2\tau(1-\alpha)}{2(\lambda \tau + \alpha)} \dots\dots\dots (9.7)$$

ここで q_{opp} は、対向直進車の交通量である。また、信号交差点における、 t_c 、 t_f は、片側1車線の道路相互に交差する交差点での観測により得られた値、 $t_c=4.6(s)$ 、 $t_f=3.1(s)$ を用いている。

9.2 ラウンドアバウトと信号制御の遅れの比較

Compact roundaboutを信号制御に置き換えた事例としてDieburg(1)を、Mini roundaboutを信号制御に置き換えた事例としてLeedsを取り上げ、現況のラウンドアバウトで制御されている際の遅れと信号制御した際の遅れを比較する。

9.2.1 Dieburg-1 Compact roundabout

(1) 信号制御導入時の用地

Dieburg-1のCompact roundaboutを信号制御に置き換えた際の構造案を図9.1に示す。信号制御化にあたり、各流入部に左折(日本の右折)ポケットを設置した。また、直進、左折用の流入路、及び、流出車線の幅員は3.0m、左折ポケットは2.75mとした。

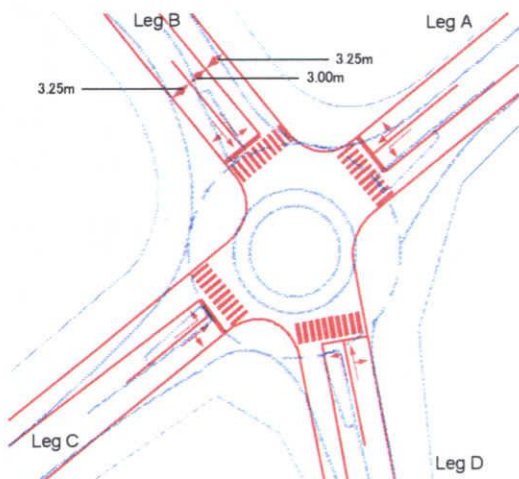


図 9.1 Dieburg-1 Compact RA を信号制御した際の構造

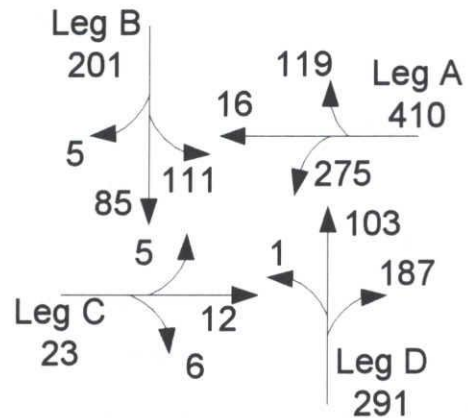


図 9.2 Dieburg-1 の交通量(単位:台/1時間)

この比較より、ラウンドアバウトの環道部では、ラウンドアバウトの方が多くの用地は必要であることが分かる。一方、流入部では、信号制御の方が左折ポケットを設置する必要がある分、多くの用地が必要である。

(2) Geometric delay の比較

表9.2は、Dieburg-1 Compact roundaboutの各流入部のGeometric delayを実測した結果である。この結果より、左折車は、環道を約3/4周しなくてはならないため、Geometric delayが大きくなることが分かる。一方で、右折車の走行動線は信号制御と比較してそれほど変わらないため、Geometric delayは小さい。

表 9.2 幾何構造による遅れの実測結果

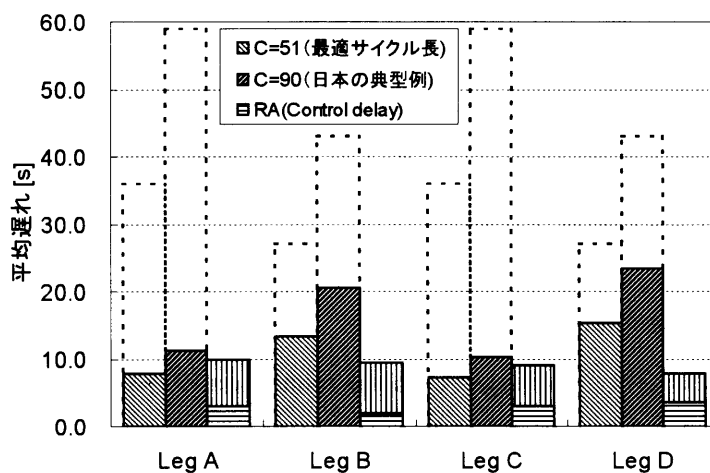
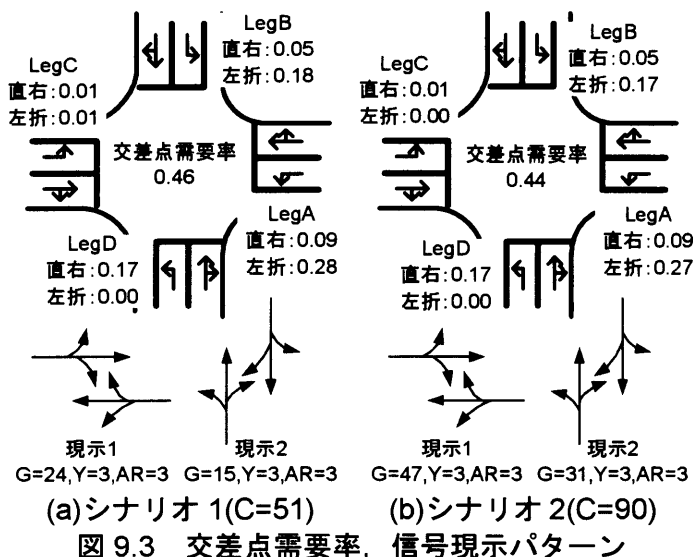
	Leg A			Leg B			Leg C			Leg D		
	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折
ゆずれ線での停止率 P_s	0.24			0.37			0.38			0.24		
停止した車両の構造遅れ d_s	8.99	5.19	2.79	9.29	6.99	3.69	9.39	6.29	4.39	10.79	8.59	5.69
停止しなかった車両の構造遅れ	7.3	3.5	1.1	7.6	5.3	2	7.7	4.6	2.7	9.1	6.9	4

(3) 遅れの比較

ラウンドアバウトと信号の遅れを比較した。比較するシナリオ、及び、その際の現示パターンを図9.3に示す。評価シナリオとして、(a)Websterの実験式により算出される総遅れを最小化するサイクル長を採用した場合、(b)日本の比較的交通量の少ない交差点の典型的なサイクル長90秒を採用した場合の2ケースと、ラウンドアバウトで実測された遅れを比較した。

比較結果を図9.4に示す。信号制御が、日本の典型的なサイクル長90秒の場合と、ラウンドアバウトにより制御した場合とで比較すると、ラウンドアバウトの方が遅れは小さくなることが分かる。

一方で、最適サイクル長により制御した場合とラウンドアバウトにより制御した場合とで比較すると、青時間比が大きい流入部では、ラウンドアバウトより遅れが小さくなるケースが見られる。しかしながら、被る遅れの最大値により比較すると、赤に変わったばかりのタイミングで交差点に到着すると、非常に大きな遅れを被るのに対して、ラウンドアバウトでは、常に小さな遅れで通過することが可能であることが分かる。このことからラウンドアバウトが効率的な制御方式であることが分かる。



9.2.2 Leeds Mini roundabout

LeedsのMini roundaboutの現況の遅れの実測, 及びを信号制御に置き換えた場合の遅れの推計を行った。LeedsのMini roundaboutを信号制御に置き換えた際の交差点構造を図9.5に示す。なお、この交差点は現状でも交差部の用地が狭いため、信号制御する際、右折ポケットの設置は行なわない。

信号現示パターンは、Dieburgの場合と同様、Websterの実験式に基づき算出した。なお、Mini roundaboutでは、信号制御した場合でも、交差点内での走行動線は大きく変わらないものと想定されるため、Geometric delayは考えないものとする。

遅れの比較結果を図9.8に示す。この結果より、5枝交差点で信号制御を行なうと、1流入部あたりの青時間比が小さくなるため、遅れがラウンドアバウトに比べて非常に大きくなることが分かる。

なお、今回の比較では、3現示による制御を仮定したが、交差点内の交錯を少なくすることを考えると、更に現示を増やす必要があり、遅れがさらに増大するものと考えられる。

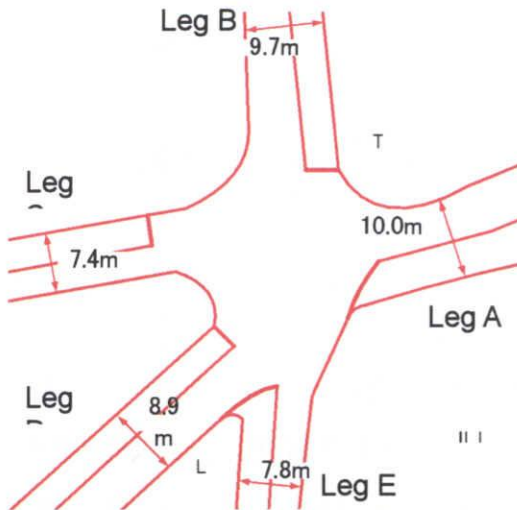


図 9.5 Leeds Mini roundabout を信号制御した際の構造

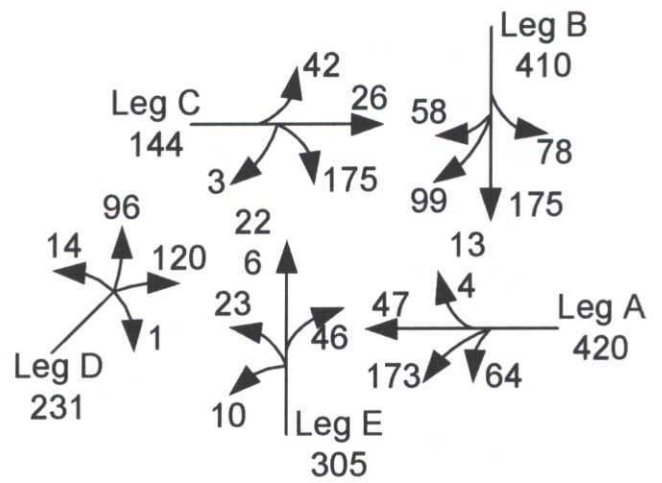


図 9.6 Leeds Mini roundabout 交通量

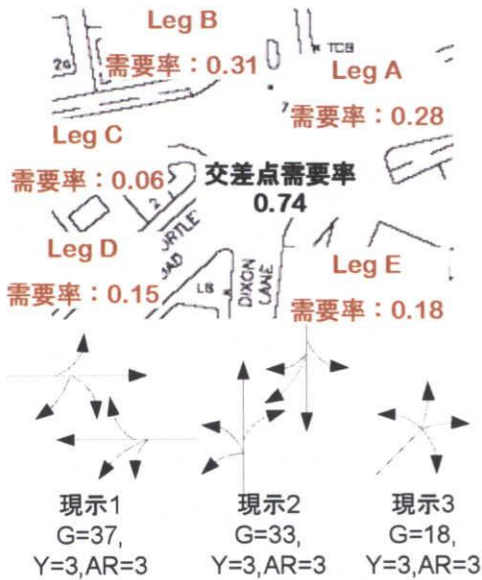


図 9.7 交差点需要率, 信号現示パターン

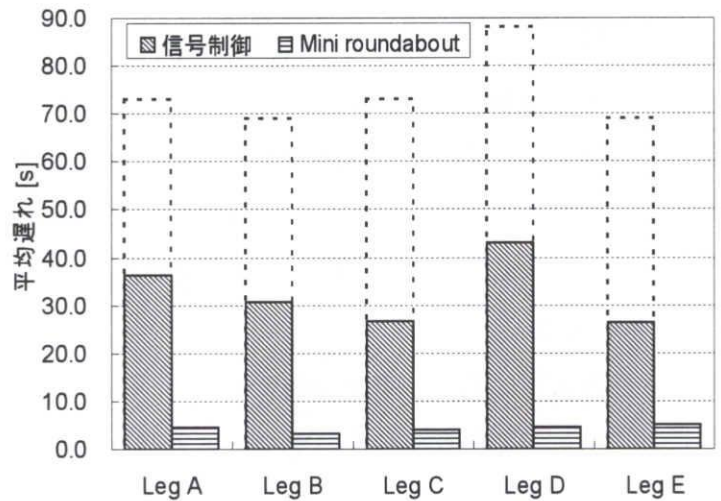


図 9.8 遅れの比較結果

10. 結論

本調査により得られた知見，および得られたデータの活用方法等を以下に整理する．

- ラウンドアバウトの類型について整理した.
 - 中央島に乗り上げられるか否かにより，Mini roundaboutとそれ以外のラウンドアバウトとに分類される.
 - 各国のラウンドアバウト設計方法の整理を行なった．特に最近導入が進んでいるドイツ，アメリカでは，郊外部と市街地内とで設計方法が異なる.
- 国内には，僅かながらラウンドアバウトと同様の制御のなされている事例が見られるが，幾何構造で海外とは異なる点が多い．我が国の特性を考慮した幾何構造決定方法を示す必要がある.
- 現地視察，ヒアリング，また各国のラウンドアバウトガイドラインに基づき，幾何構造構成要素を設計する際の留意事項を明らかにした.
 - Compact roundaboutで特に交差点直径が小さい場合には，エプロンを設置する必要がある．その際，必要な車両のみが利用するよう，僅かな段差を設け，材質は敷石等，環道とは違う材質とすることが望ましい.
 - 速度抑制効果を得ることを考える場合，流入部の曲線半径は小さくし，環道へ直角に近い角度で進入するよう設計する必要がある．一方で，小さくしすぎると，特に大型車の走行性を損なう要因になり得るので注意が必要である.
- 本調査では，ビデオ撮影による現地観測を行い，ラウンドアバウトにおける車両挙動データを取得した.
 - 流入部における車両挙動データは，主にラウンドアバウトの交通容量の推計に活用することが可能であり，今後，ラウンドアバウトの適用が可能である交通量条件を示す際の指標となり得ると考えられる．また，流出入部の形状を決定する際の指標にもなり得ると考えられる.
 - 環道走行時の車両挙動データは，適切なラウンドアバウト外径の設定方法の基準，また，環道幅員，エプロン形状の決定基準になり得ると考えられる.
- 交通容量を推計するため，ドイツのCompact roundabout，国内2箇所のラウンドアバウト型交差点において各種データを取得し，交通容量を推計し，幾何構造の違いによる性能の比較をした.
 - その結果，国内のラウンドアバウト方交差点の交通容量は，ドイツのものより低く推計された．国内のラウンドアバウト型交差点は，幾何構造設計上車両動線への配慮が不十分であること，交通島が構造物により作られていないこと，流入部の制御方式の違うこと，などが理由として考えられる.
 - 交差点主道路，従道路の交通量比を考慮した適用条件を整理した．この結果，交通量比が均衡している場合には，1流入部あたりの交通量が700台/h程度，また，従道路の交通量比が極

めて少ない場合には、主道路側1流入部の交通量が1,300台/h程度までであれば適用可能であることが示された。

- 今回はCompact roundaboutの交通容量の推計にとどまっているが、我が国でのラウンドアバウトの適用に当たっては、用地制約等により、比較的交通需要の多い交差点においてもMini roundaboutを適用することが想定される。従って、Mini roundaboutの交通量による適用条件を示す必要がある。特に、LeedsのMini roundaboutは交通需要も高いので、Mini roundaboutの交通容量推計式の構築の際のデータとして活用することが可能であると考えられる。
- ・ 調査を行ったラウンドアバウトの現況の遅れの実測、及び信号制御に置き換えた際の遅れを推計し、両者の比較を行なった。
 - ラウンドアバウトと我が国の典型的なサイクル長の信号交差点それぞれの遅れを比較すると、ラウンドアバウトの方が遅れは小さいことが確認された。
 - 信号交差点では、赤に変わってすぐのタイミングで到着すると、極めて大きな遅れを被るが、ラウンドアバウトでは常に小さな遅れで済むことが示された。
- ・ 5枝交差点で信号制御を適用すると、1流入部あたりの青時間比が小さくなるため、遅れがラウンドアバウトに比べて非常に大きくなる。このため、信号制御すると複雑な現示にする必要のある交差点でのラウンドアバウトの導入は有効であると考えられる。

第 2 部の参考文献

- 1) 森 健二：これからの信号制御 第3回 信号交差点における交通事故の特徴，交通工学，Vol.40 No.2, pp73-80, 2005.3.
- 2) 中村英樹・馬淵太樹：車両間交錯度を考慮したラウンドアバウトと信号交差点の性能比較分析，交通工学，Vol.41, No.5, pp.69-79, 2006.9.
- 3) Department of Transport: Geometric Design of Roundabouts, TD 16/93, 1993.
- 4) FHWA: Roundabouts an Informational guide, 2000.
- 5) Bhagwant P., David H.: NCHRP 3-65 Applying Roundabouts in the United States: Safety: Primary Findings, National Roundabout Conference, 2005.
- 6) Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren (Guideline for the design of roundabouts), 2006.
- 7) Brilon W.: Roundabouts - A State of the Art in Germany, National Roundabout Conference Vail Colorado, 2005.
- 8) Austroads: Guide to Traffic Engineering Practice, Part 6-Roundabouts. Sydney, Australia, 1993.
- 9) ITE Technical Council Committee 5B-17: Use of roundabouts. ITE Journal, Vol.43, No.2, pp.42-45, 1992.2.
- 10) Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Merkblatt für die Anlage von kleinen Kreisverkehrsplaetzen, (Guideline for the design of compact roundabouts), 1998.
- 11) Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: HBS Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, 2001.
- 12) Florida Department of Transportation. Florida Roundabout Guide. Florida Department of Transportation, 1996. 5.
- 13) Lenters S. M.: Safety Auditing Roundabouts, National Roundabout Conference Vail Colorado, 2005.
- 14) Lenters S. M.: Single-lane Roundabouts Geometric Design in Context - Urban versus Rural -, National Roundabout Conference, Vail Colorado, 2005.
- 15) Weinberger S., Case Study: Blue Lake Roundabout (Humboldt County, California), National Roundabout Conference, Vail Colorado, 2005.
- 16) Kyte M.: Characteristics of Modern Roundabouts in the United States: A summary of the NCHRP 3-65 operation database, TRB 85th Annual Meeting, 2006.
- 17) Transportation Research Board: Highway Capacity Manual, 2000.
- 18) 山田晴利：交通安全面におけるラウンドアバウトの機能とわが国への導入策及び導入効果，日交研シリーズ A-291, 1999.
- 19) 建設省土木研究所：平成10年度ロータリー交差点の効果検討業務，1999.
- 20) 尾崎晴男：ロータリー型交差点の適用と課題，土木計画学研究・講演集No.29, CD-ROM, 2004.6.
- 21) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用，2004.

- 22) Vaughan W. I., Gregory W. D., and Dona S. C.: Roundabout Access for Visually Impaired Pedestrians: Evaluation of a Yielding Vehicle Alerting System for Double-Lane Roundabouts, National Roundabout Conference Vail Colorado, 2005.
- 23) Rodegerdts A. Lee.: State-of-the-Art in U.S. roundabout practice, TRB 84th Annual Meeting, 2005.
- 24) Wu, N.: Capacity enhancement and Limitation at roundabouts with double-lane or flared entries, 5th International Symposium on Highway Capacity and Quality of Service, vol.2, 459-468, 2006.
- 25) Cowan R. J.: Useful headway models, Transportation Research, vol.9, pp371-375, 1975.
- 26) Troutbeck, R. J.: Average Delay at an Unsignalized Intersection with Two Major Streams Each Having a Dichotomized Headway Distribution, Transportation Science, Vol.20, No.4, pp.272-286, 1986.
- 27) Troutbeck R. J.: Capacity and Design of Traffic Circle in Australia, Transportation Research Record 1398, pp.68-74, 1994.
- 28) (社)交通工学研究会 : 交通信号の手引き, 1994.

第3部

路上駐停車管理

1. 先進諸国における路上駐停車管理事例

都市部や住宅地区などのアクセス性を必要とする街路で、先進諸国ではきめ細かく路上駐停車が管理されていることは、既に15年前に調査・報告^{1), 2)}されているが、その時間的・空間的設定や標識/標示による明示方法実態について、必ずしもわが国の関係者によく知られているとは言いがたい。そこで本章では、最近の実例をいくつか調査した結果を紹介し、併せてその意義について考察する。

1.1 駐停車に関する概念区分

既存調査報告でも指摘されているように^{1), 2)}、わが国の駐車と停車の定義の違いは利用者にとって必ずしも明確ではなく判断に裁量の余地がある。図 1.1には、オーストラリア(以下豪州)・ニューサウスウェールズ(以下NSW)州における駐停車に関する概念定義³⁾を例に、これを整理した結果を示す。既存文献調査^{1), 2)}の英米の場合と同じく、豪州NSWでも駐停車の様態を「活動内容型」で定義しており、利用者にとって意味が分かりやすい点がメリットであろう。

とはいえ、図 1.1の "No Standing"(英国では "waiting" と称される)と "No Stopping"の違いが直感的に分かる人はかなりの英語力の持ち主であろう。筆者は、恥ずかしながら直感的には判然とせず、後で調べて語感の違いを理解した。なお "No Parking"

における乗降待ちや荷役には条件(停車時間長制限など)が付される。一方、バス、郵便集配車、荷役、タクシーなどに限定的に駐車を示す標識では、各用途の目的でのみ許される車両一台ほどの狭い区間が指定される。このように必要なだけきめ細かく、分かりやすく駐停車の概念枠組みを規定することは、実際の路上駐停車違反において、取締りの実施側/受ける側双方に透明性が与えられる意義がある。

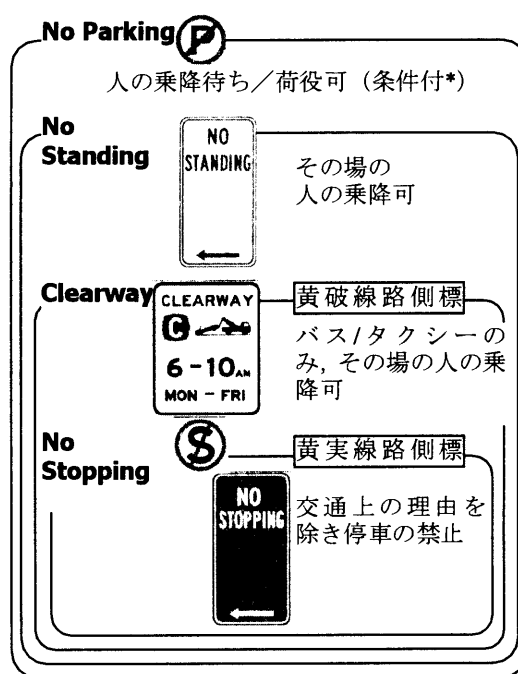


図 1.1 豪州・NSW の駐車関連の定義

1.2 豪州の路上駐停車管理の時空間配分例

図1.2は駐停車管理の実例であり、小さな商店が数軒連なった程度の箇所の交差点付近における駐停車管理状況である。左下側は住宅街で、平日昼間と土曜午前は1時間以内駐車可である。交差点付近10m程度(筆者の歩測)の"No Stopping"がわざわざ標識で明示されている。またその前後区間の車一台分だけ、30分あるいは平日昼間のみ荷役可とし、付近の商店の便を図っている。商店に面した付近は平日昼間のみ30分以内駐車可としており、商店来客者の駐車場所とその回転率を確保している。また小さな路地との交差点でも交差点付近の駐停車禁止を徹底的に標識で明示している。

図1.3は、幹線街路において、上流側の路面電車の電停から下流側の単路部横断歩道信号までの50mほどの区間の例である。電停部から下流15mほどのすりつけ部までは"No Stopping", その下流10mほどは"Mail Zone"に指定され、郵便集配車のみ停車可である。さらに下流の乗用車3台分ほどの区間を、荷役可/駐車可(平日昼間7:30-18:30は15分以内荷役可, 土日昼間7:30-18:30は1時間以内駐車可)としている。また下流の横断歩道付近は駐停車禁止であるが、これも標識で禁止範囲が

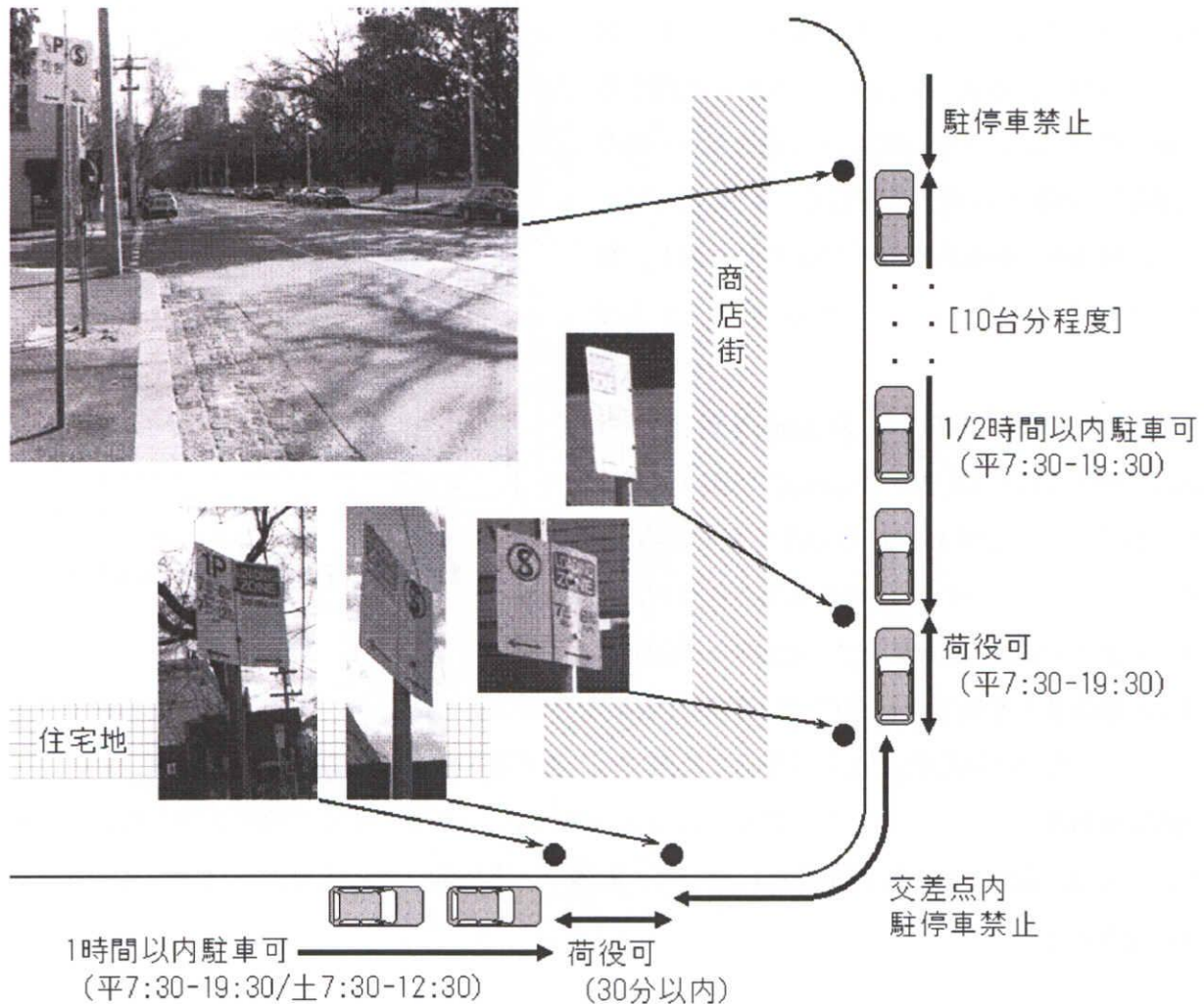


図 1.2 商店街付近の信号交差点前後の駐停車管理方法と標識の配置例 (豪州・メルボルン)

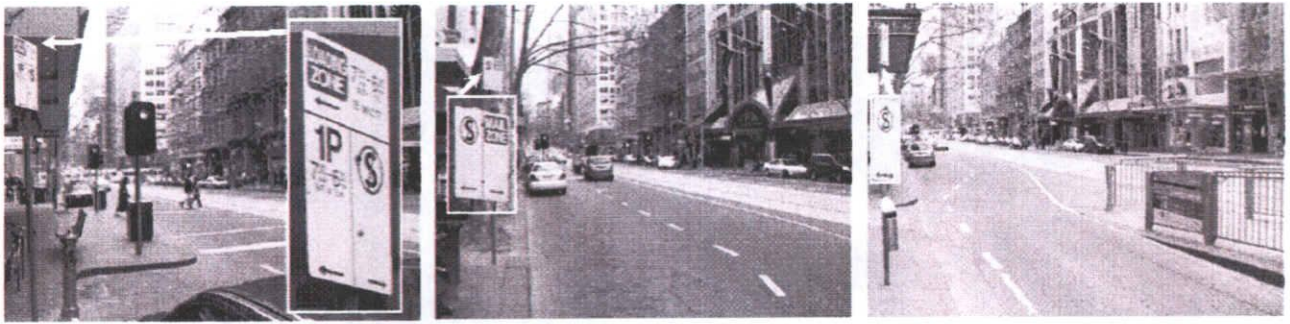


図 1.3 単路横断歩道—通常部—電停間の駐停車管理の例（豪州・メルボルン）

明示され、歩道を車道側にせり出させて心理的に運転者が駐停車しにくくしてあるだけでなく、歩行者の車道横断距離を短くして横断歩行者の安全性と車両赤時間の短縮を図っている。

図1.4は、住宅地区から幹線道路へ向かう往復2車線バス通りの例である。幹線道路との交差点流入部(右上)には左折専用車線があり、ここは"No Standing"である。そのすぐ上流はバス停で、付近20mほどは"Bus Zone"、その上流は沿道立地者の出入口部のため"No Standing"である。さらに上流15mほど"No Stopping"であるが、この"No Standing/"~"No Stopping"の区間は、同道路の対向側路肩が2時間以内駐車可である(右下)。進行方向のその上流区間は2時間以内駐車可(左下)で、ここまでが"Zone 50"(住宅地区の速度規制ゾーン)に含まれると共に、対向側は2時間以内駐車可区間が終了して"No Stopping"(右下)になる。写真では、両側の各「駐車可」区間路肩に整然と路上駐車されていることが分かり、また対向側の"Zone 50"開始地点から車両軌跡がS字状になって速度規制の変わる地点を印象づける効果が期待できよう。また車道幅員は、路上駐車1台の横を往復交通がちょう

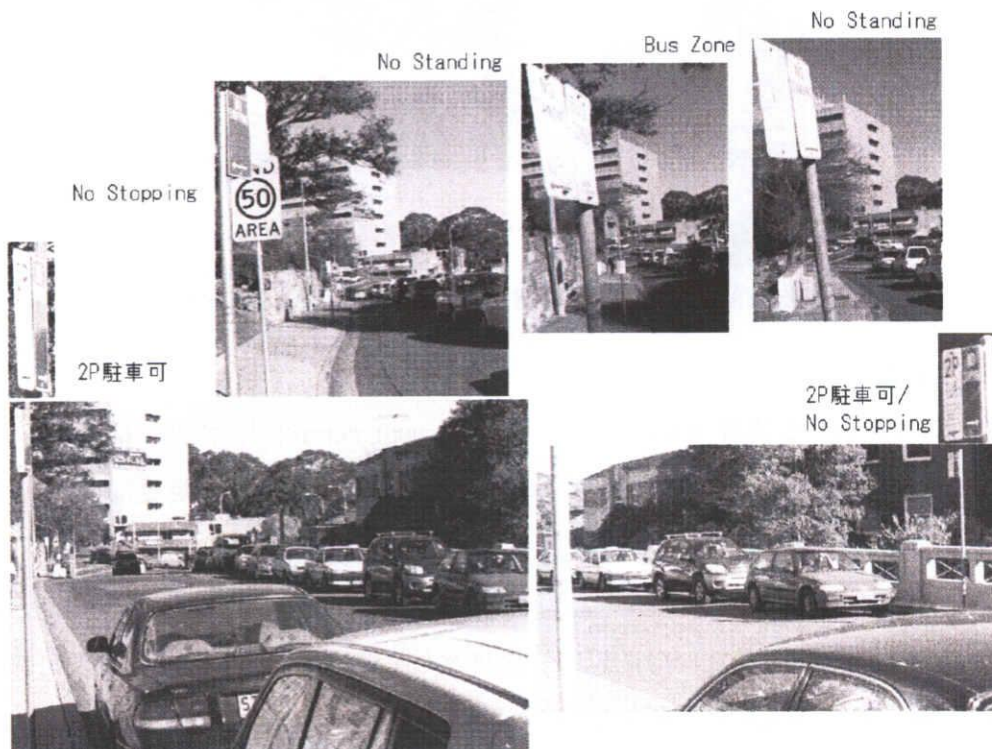


図 1.4 幹線街路と接続する交差点上流部の駐停車管理の事例（豪州・シドニー）

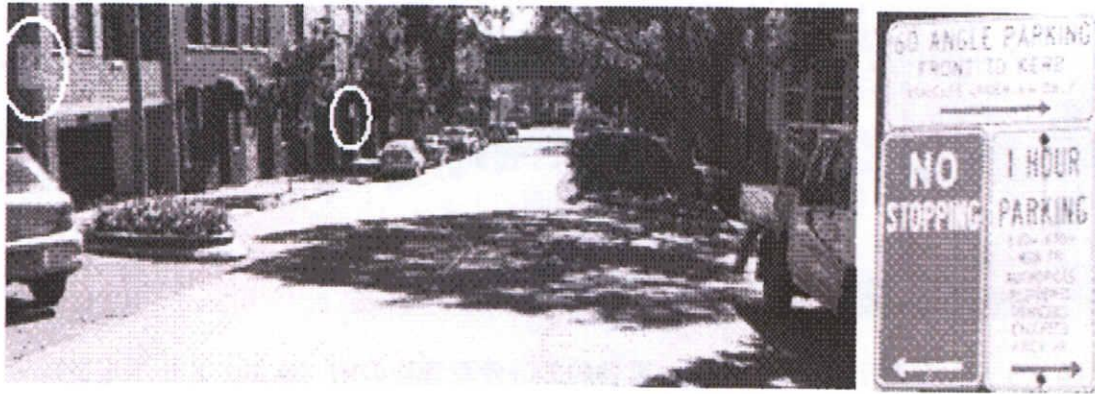


図1.5 斜め駐車と縦列駐車配置例(豪州・シドニー)

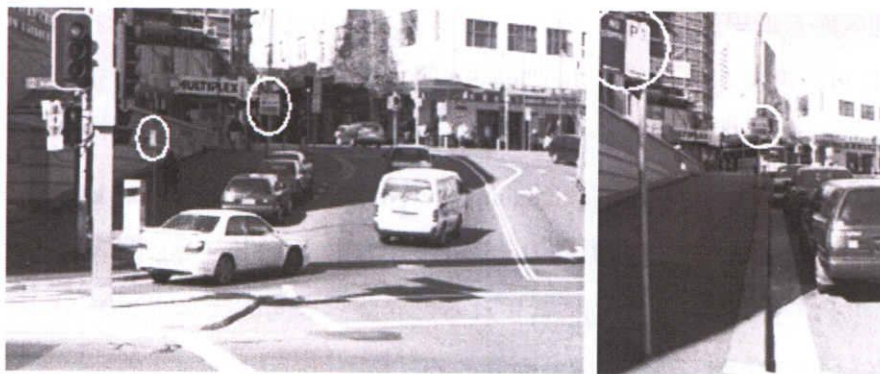


図1.6 短区間短時間駐車許可の例(豪州・シドニー)



(上)教会の玄関の前は、
(左)結婚・葬儀を除いて
駐車禁止

図 1.7 教会前の路上駐停車管理の例 (豪州・シドニー)

どすり抜けられる程度に設定されている。

図1.5は、マンション街の居住許可者のみ駐車可(Residential Permit)が、両側に60度斜め駐車と路肩縦列駐車とで互い違いに配置されている例である。駐車配置変更部においても"No Stopping"標識が置かれる徹底ぶりがわかる。

図1.6は、左折導流化された大規模交差点と50mほど奥の(実質)単路部横断歩道交差点との間に、駐車ベイを設けて乗用車3台分だけ、5分間以内駐車可としている例である。交差点隅角部にも"No Stopping"標識が設置され、下流側は車道幅員が縮小されて"Clearway"と明記されている。

図1.7は、住宅街の教会の例で、教会の玄関前15mほどは、駐車禁止だが「結婚・葬儀車両を除

外」することが明記されたユニークな例である。また上流側20mほどの区間のみ「朝8:00-9:30と午後14:15-15:15は1/4時間以内駐車可」だが、これは教会付属幼稚園の送迎用と思われる。なお教会の玄関から10m下流側に交差点があるので、下流側は"No Stopping"標識が掲げられている。

1.3 英国における車道端部の線標示の徹底

英国でも豪州と同様に細かい区間ごとに標識が掲示されているが、併せて縁石に沿った路肩部に路面標示で線的に明示する方法を徹底している。ロンドンのレッドルート(口絵参照)規制は図1の"No Stopping"に相当するが、一般には図1.1の"No Standing"(英国の"waiting")が一重/二重黄線標示で明示されている(一重は平日昼間のみ規制)。

図1.8は交差点部の標示の処理例で、優先道路側から隅角部まで二重黄線が引かれ、非優先側流入部上流側から一重黄線に変わる。また図1.9のように、駐車スペースの枠線同士の間が駐停車禁止であることを明示するために、これほど短距離でも二重黄線を引く徹底ぶりである。



図 1.8 交差点部の路肩部路面標示



図 1.9 駐車スペース間の標示

(いずれも英国・ロンドン)

1.4 おわりに

本章で報告した、時空間的に極めてきめ細かな規制設定とその明確な標識/標示の設置は、特殊な例ではなく、筆者の知る限り少なくとも英・米・独・豪、各国の都市であまねく網羅的に実施されている。特に禁止事項を丹念に明示することで規制取締りの有効性に大きな意義を持つ。今後わが国でも、こうしたきめ細かい規制内容の設定と、これを現場で一般に分かりやすく明示することが必須となるであろう。こうした施策の実施には、住民・事業者等の利害調整、街路空間再配分や標識/標示の配置設計に道路交通技術専門家が積極的に寄与すべきと思われる。

2. 路上停車を考慮した街路構造

2.1 街路縦断方向での駐車規制と街路構造のメリハリ

わが国におけるこれまでの路上駐車問題に関する議論は、規制を実効あるものとするために如何に取締りを効果的に行うかを主たる論点として行われ、それら規制や取締りの解像度も街区単位、あるいは路線単位であることが一般的であったと思われる。しかしながら、街路の一本一本のリンク(交差点間)に着目すれば、安全上や交通流の円滑性上、路上駐車を断じて排除すべき箇所は、交差点の近傍や路側施設のある箇所などに限定される。このため、それ以外の箇所については、道路空間に余裕があり、かつ路上駐車を妨げる他の理由がない限り、路上駐車をさせても問題がないことになる。無論、当該街区で自動車をどの程度受け入れるかという都市政策との整合を図るという前提のもとでの話であるが、路上の方がむしろ適切である短時間の駐車需要も少なからず存在するため、このような箇所では時間帯や用途、駐車時間を限定した上で、路上駐車を選択的に受け入れるためのスペースとして街路空間を提供することも必要であろう。沿道へのアクセスや車両の一時的な滞留は、トラフィック機能を必ずしも重視しない街路においての重要な機能である。

このような方針を実施するには、路上駐車規制は一本の街路リンクの縦断方向で箇所によってメリハリをつけ、かつこれを利用者に明快に示すことが必要である。点ではなく線で規制すべきは当然のことであるが、その線での規制もリンクの端から端まで一様に連続的なものではなく、断続的なものでなければならないということである。

こういったリンク縦断方向での緻密な規制は、早くから都市部での駐車問題に悩まされてきたヨーロッパを始めとする先進諸国では、広く一般的に行われている。そして、箇所による規制の強弱を明快に示し、かつその実効を担保するための様々な工夫がなされている。規制の強弱に応じて路側マーキングを色で区別したり、駐停車禁止箇所においてこれをジグザグに表示したり(図2.1)することは各国において共通しており、利用者に対して規制のメリハリを明示するための有力かつ一般的な方法である(前章参照)。

しかしながら、たとえ規制がリンク縦断方向できめ細かに行われ、それが明示されていたとしても、取締りに実効が伴っていなければ違法路上駐車を完全に



図2.1 駐停車禁止を表す路面表示の例
(ドイツ・ダルムシュタット)



(a) リンク内路側



(b) 交差点隅角部

図 2.2 ボラード設置による路上駐車物理的排除の例



図 2.3 通行部と駐停車部の配分
(スペイン・マドリード)



図 2.4 駐停車部の構造
(ドイツ・ベルリン)

排除することはできないであろう。例えば、ゼブラのマーキングの施された交差点の隅角部や、沿道施設出入口や消火栓などがあって路上駐車マスがそこだけ設置されていない部分など、明らかに駐車禁止の箇所においてすら、極めて利己的で悪質な違法路上駐車が続かないのが現実である。これらの排除を取締りのみに頼ると、膨大な取締り要員が必要となってくる。

そこで、街路構造上の物理的措置を施すことも考えねばならない。わが国においても、ボラード(車止め)を設置することによって路上駐車を排除した例(図2.2)がある。しかしながら、これはあくまで応急的措置であって、街路空間の有効利用、および美観の観点から決して望ましい方法ではないであ

ろう。路上駐車は排除できるものの、結果的に歩道との間のスペースに立て看板が置かれたり自転車が放置されたりすることとなり、一層猥雑な空間となってしまう。これに対して、ヨーロッパの街路においては、駐車規制を担保するための街路構造上の対処が行われていることが多い(図2.3, 図2.4)。

本章では、これらの事例を参考としながら、路上駐車を排除、あるいは箇所限定で受け入れるために効果的であると考えられる、街路構造上の留意事項について述べる。

2.2 街路構造上の配慮

2.2.1 細街路交差点隅角部

わが国の中心市街地などの細街路の交差点においては、必要以上に大きな半径の隅角部を持ち、交差点流出入口の車道幅員も一般にはリンク内部と同一の幅員を持っていることが多い。これは、交差点近傍はもちろん、より悪質な隅角部への違法路上駐停車のスペースを与えることとなるだけでなく、高い速度での車両進入を可能とするものである(図2.5)。特に、リンク内部で路上駐車が存在する場合には、図2.5の斜線部は違法駐車車両以外には通行車両にも歩行者にも何ら有効に機能しない空間となり、横断歩道も必要

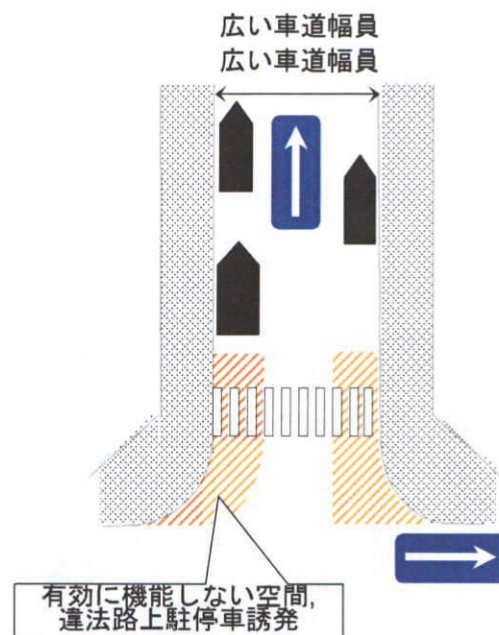


図 2.5 細街路交差点隅角部

以上に長くなってしまふ。そこで、隅角部半径を最小限とし、かつリンク流入部では歩道をせり出すことによって車道部の幅員を車両の通行に必要な最小限とすれば、この部分での路上駐車を排除できる。このような隅角部の処理は、ヨーロッパではかなり一般的に見られ(図2.3, 図2.6)、またわが国のコミュニティ・ゾーン形成マニュアル⁴⁾においても、交差点狭さくとして紹介されている。なお、特に一方通行の場合には、通行の許されない転向方向に対応する隅角部は直角でよいことになる。



図2.6 交差点隅角部の処理(ロンドン)

2.2.2 停車帯

都市の顔となるような幹線街路において、広々とした停車帯が設けられることが多いが、実態としては路上駐車で埋め尽くされている場合を良く見かける。図2.7は、1.4mの停車帯を持つ片側4車線の街路において、路上駐停車車両の存在に伴って減少した第1車線(外側車線)の残存車線幅員と各車線の利用率を示したものである。図中の数字は、その路上駐停車車両が存在していた間の交通需要を表すものとして、その駐車車両が存在していたときの観測断面全体の15分間交通流率[台/時]を示している。

これより、2.2m程度以下の第1車線残存幅員では、交通需要を問わずほとんど利用されないことがわかる。すなわち、駐停車を許す場合には、車両が駐停車しても第1車線の幅員が2.5m程度以上確保できるようにすることが望ましく、駐停車を認めない幹線街路の場合には、停車帯のような路側スペースの設置は好ましくない。いずれにせよ、利用されない車道としておくよりは、むしろ正規の駐車帯や歩道としたほうが街路空間を有効に利用できるはずである。特に細街路においては、前節の隅角部処理と組み合わせると、駐停車スペースの区間は必然的に歩道を切り欠いた構造となる。

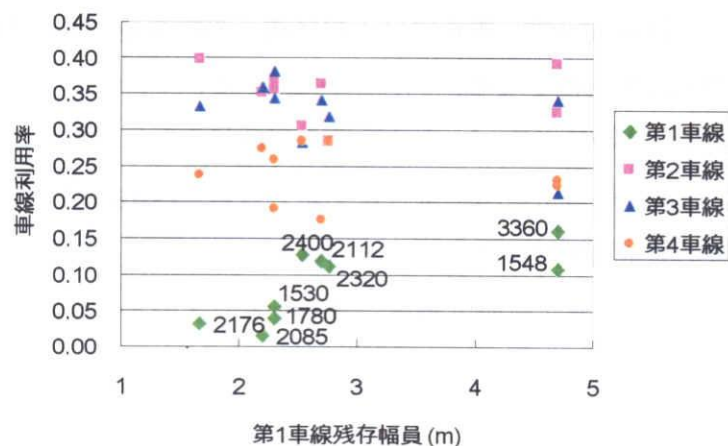


図 2.7 第 1 車線残存幅員と車線利用率(片側 4 車線街路の例)



図 2.8 テラス型バス停と路上駐車
の共存



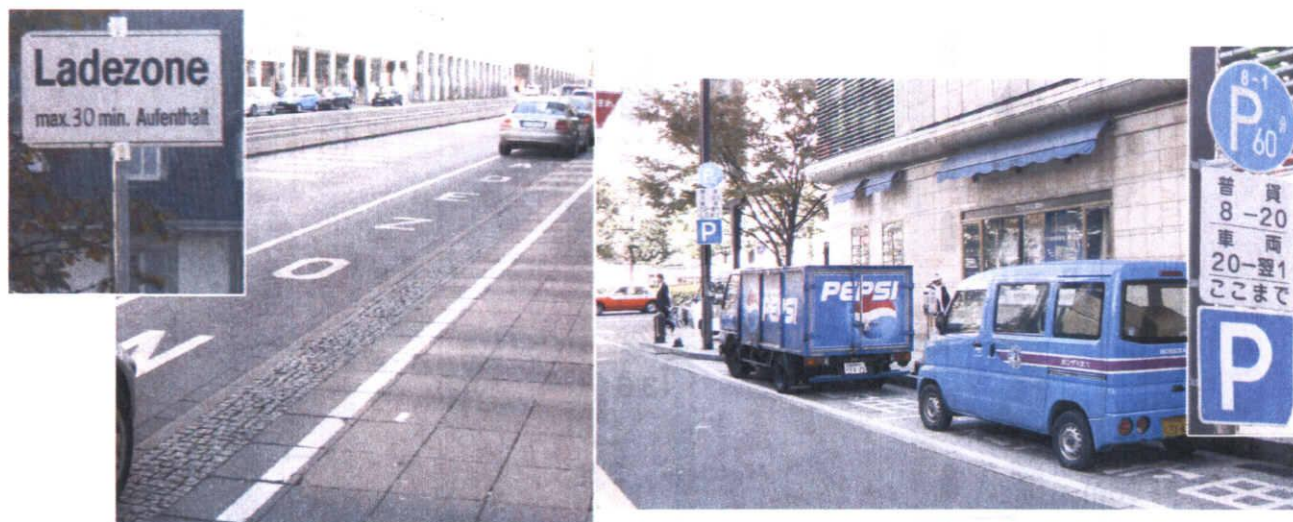
図 2.9 路上駐車スペースにおける路外施設
出入口部分の対処例(山口県宇部市)

2.2.3 路外施設出入口・バス停

路外の駐車場への出入口やバス停、消火栓の前などにおける路上駐停車を防ぐにも、街路構造上の物理的な対処が効果的であると考えられる。当該リンクの他の箇所でも路上駐停車を認める場合においても、駐車車両を排除すべき箇所については歩道部を張り出し、物理的に駐停車不可能な構造とすればよい。テラス型バス停(図2.8)は、まさにこの発想に基づいている。図2.9のように、出入口部分のみ舗装の色を変え、当該部分のみ駐車禁止であることを明示した国内の例もある。

2.2.4 荷捌きスペース

中心市街地の街路においては、一般車両の駐停車を排除したい一方で、搬出入車両のスペースが必要である場合が少なくない。このため、路上に「荷捌き用」と表示してマーキングで区画を示すなどの措置が行われているが、このマスに一般車両が駐車していたり、荷捌き用区画以外の部分は一般路上駐車車両で占拠されてしまったりするケースが多い。一般車両の路上駐停車を完全に排除する必要があるのであれば、図2.10の例のように、荷捌き用スペース部分のみを歩道部を切り欠き、これ以外の部分は歩道を広げて車道部幅員を必要最小限とすることによって、荷捌きスペース部分がより明示される。これによって一般車両はその区画への駐車をよりためらうとともに、他の部分での路上駐停車は物理的に不可能となる。



(a)独・ダルムシュタット

(b)福岡市天神

図 2.10 荷捌き用スペース

2.3 改良ケーススタディ

以上のような、路上駐車を排除し、また必要に応じて路上駐停車を選択的に受け入れるための街路構造を取り入れた、わが国の都市部における既存街路空間の再配分のケーススタディを試みる。

2.3.1 一方通行細街路

対象とした現行の一方通行細街路(図2.11(a))は、車道幅員が普通乗用車の車幅の4~5倍の9.1mもあるため、多くの路上駐停車車両が存在する。そこで、当該街区の路上駐車の受け入れ方針に応じて、次の2つの代替案を提案する。

代替案1(図2.11(b))は、路上駐車スペースを多く確保する案で、45°斜め駐車スペースを設置したものである。しかしながら、斜め駐車は平行駐車の2倍以上の幅を必要とするため、この構造には歩道幅員が小さくなるという欠点がある。これに対し、代替案2(図2.11(c))では、歩道幅員を大きく取れるよう車道を屈曲させて片側に平行駐車スペースを設置したものである。車道を屈曲させるシケインを設けることで、通過車両の速度抑制にもつながる。いずれの構造も車道幅員を必要最低限の値とし、交差点直近や路外施設出入口付近では歩道を張り出した構造とすることで、指定場所以外の違法路上駐車を排除することができる。同時に、交差点隅角部では横断歩道長を短縮することもでき、横断歩行者の安全性向上と信号サイクル長の短縮が期待できる。

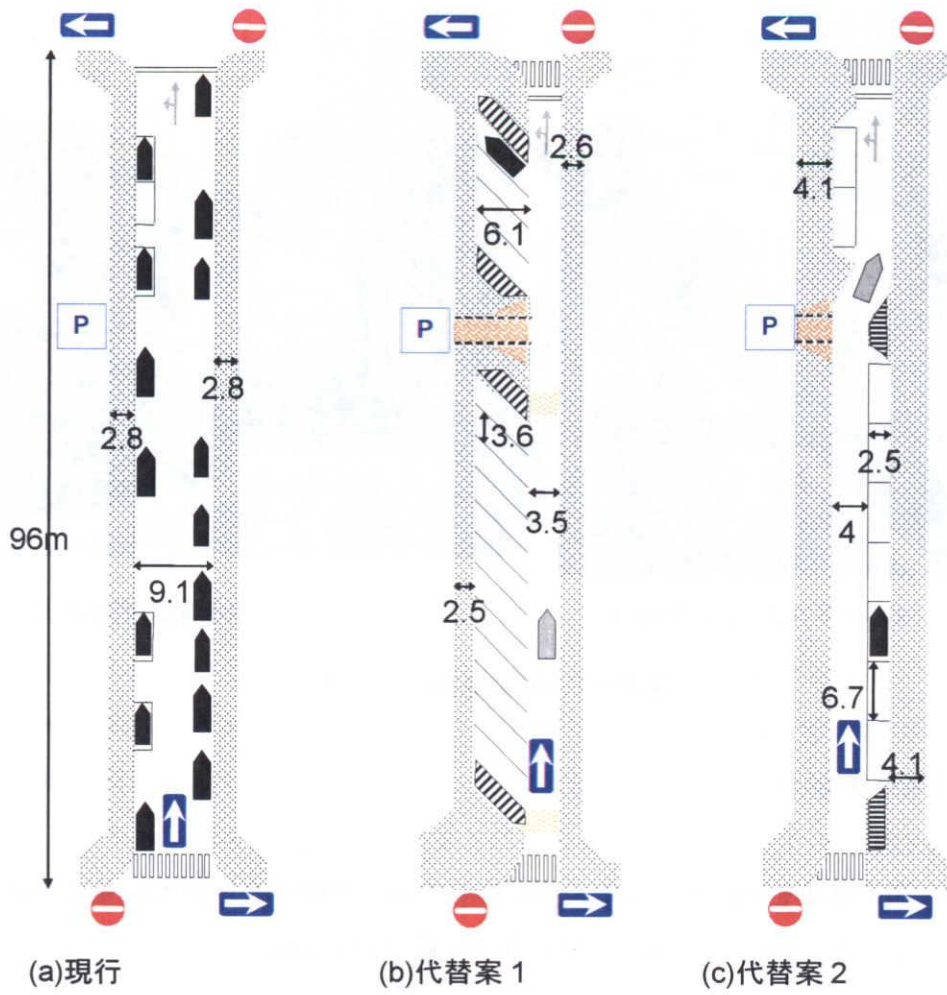


図 2.11 一方通行細街路改良ケーススタディ

2.3.2 対面通行街路

現行の街路(図2.12(a))は、東西に走る幹線街路を結ぶ対面通行4車線街路で、路線バスの経路にもなっており、両端の交差点には信号機が設置されている。路上駐車禁止にもかかわらず、歩道側の車線が走行空間として機能しないほどの路上駐停車が見られる部分もある。

そこで代替案(図2.12(b),(c))では、車道を片側1車線+右折車線とし、平行路上駐車スペースを設置した。また、バス停をテラス型とすることでバスの停車に障害となる駐車車両を排除する。

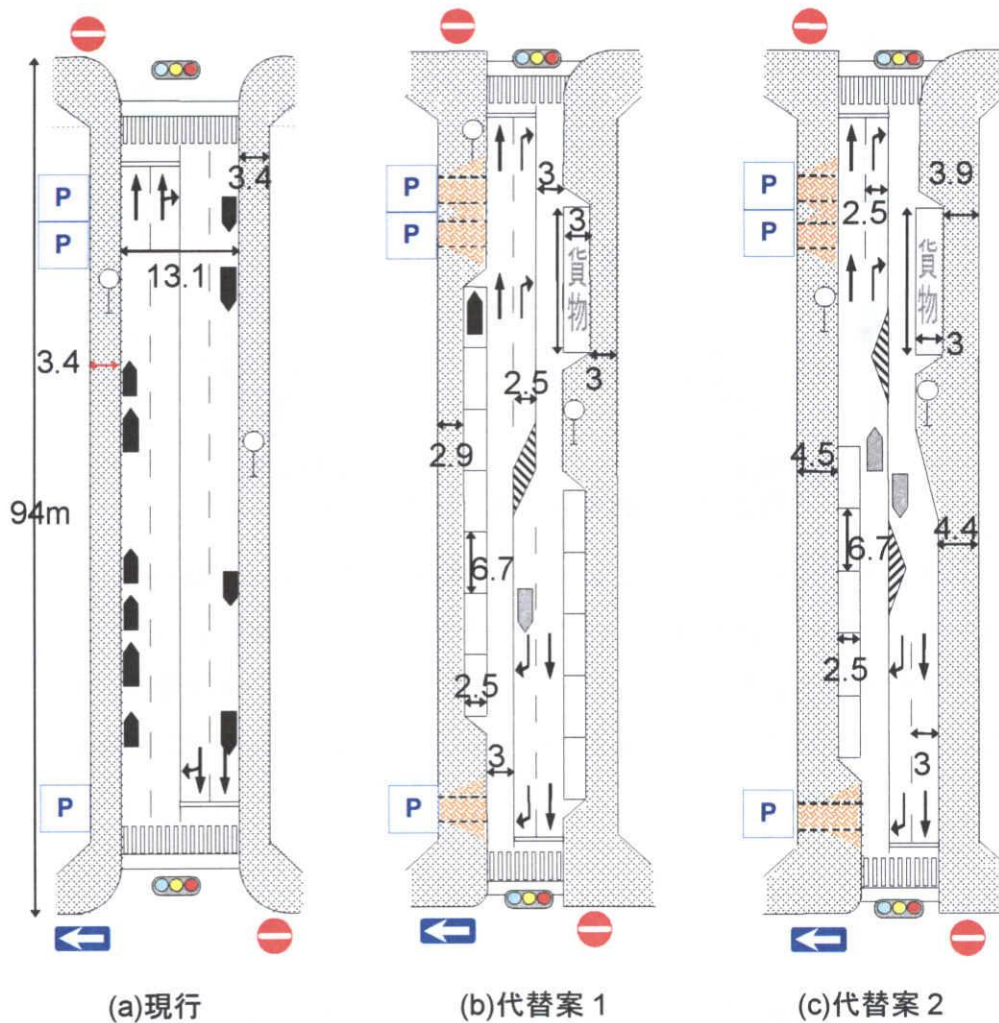


図 2.12 対面通行街路改良ケーススタディ

2.3.3 主要幹線街路

対象とする街路(図2.13(a))は、1.4mの停車帯を持った片側4車線の主要幹線で、1車線あたりの幅員が3.3mと広く作られている。実際に、上流交差点流出部から最初の駐車車両までの間での交通量調査を行ったところ、第1車線利用率は交通量に関わらず5%程度と他の車線と比較して極端に低く、走行空間としての機能を果たしていない。また駐車車両の占有幅を除いても、車道部の残存有効幅

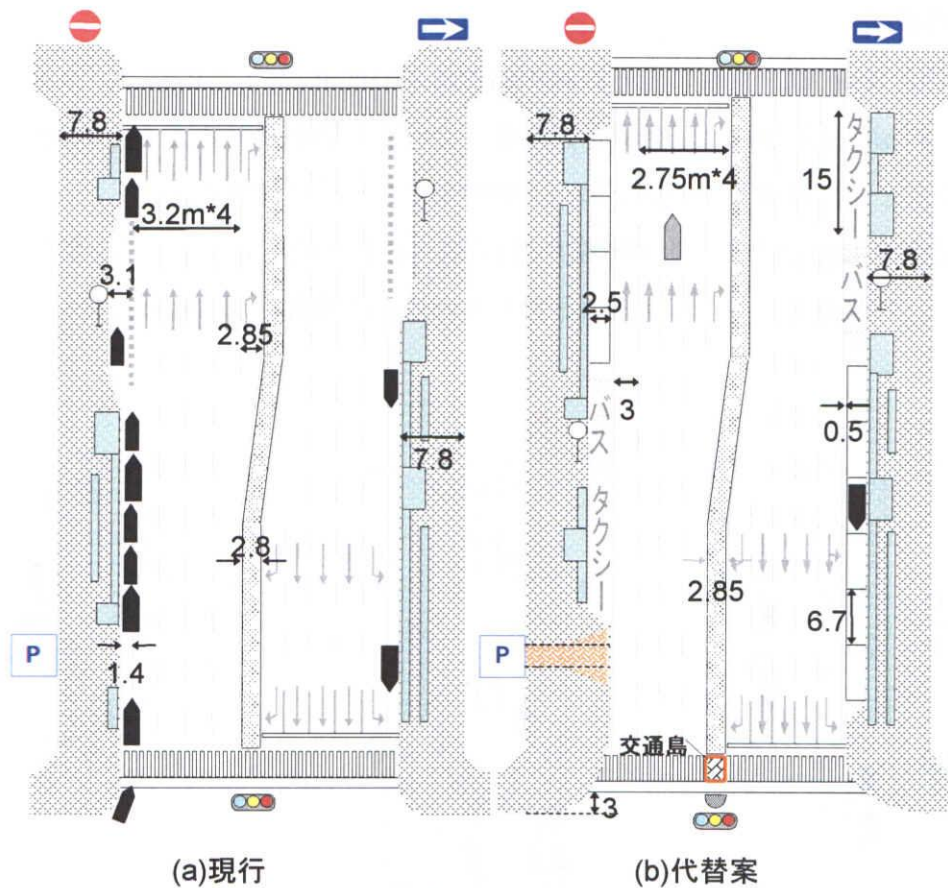


図 2.13 幹線街路改良ケーススタディ

員はバスや大型貨物車が十分に通行できる約3mを4車線分確保できる程度ある。そこで、代替案(図 2.13(b))では車線マーキングを引き直すことで各車線の幅員を若干縮小し、駐車スペースを設けた。また、夜間はバス停車帯も駐車スペースとして利用できるよう、バスベイ型バス停としたものである。当該区間で路上に駐車スペースを設けない方針である場合には、停車帯を廃止してその分歩道を拡幅することも一案である。

2.4 おわりに

以上示したような路上駐車排除、及び受け入れのための対処を施してゆくと、結果的に街路リンクの歩車道境界線は一本の直線ではなくなる。わが国の道路の計画設計は、一本の等幅の線として行われる傾向があるが、平面交差を多く含み、また沿道の利用形態が様々である街路の場合には、ここで示したようなきめ細かな対処が特に必要であろう。また、街路の階層的区分に対応した機能の違いに応じて、構造上の差別化を図ることも重要なポイントである。今後は細部に及び緻密な配慮を行うことにより、街路空間の質の向上を図ることが、安全で快適な街路空間、ひいては魅力あるまちづくりに欠かせないと考えられる。

第3部の参考文献

- 1) 国際交通安全学会：交通社会の価値観変化と自動車モビリティー路上駐車の世界ルールを求めて－, 研究調査報告書, 101p., 1992.
- 2) 高橋勝美, 原田 昇, 太田勝敏：路上空間の有効利用のための路上駐車政策に関する考察－海外とわが国の比較を通して－, 第27回日本都市計画学会学術研究論文集, pp.409－414, 1992.
- 3) http://www.rta.nsw.gov.au/rulesregulations/downloads/parking_rules-guide.pdf, Roads and Traffic Authority, NSW.
- 4) (社)交通工学研究会：コミュニティ・ゾーン形成マニュアル, 1996.