

論文の内容の要旨

氏名：青 山 恵 里

博士の専攻分野の名称：博士（工学）

論文題名：信号交差点における飽和交通流率の変化とその要因に関する研究

信号交差点の計画・設計において飽和交通流率は、交通処理能力を示す交通容量の算定に必要不可欠な値である。また、サイクル長や青時間スプリット等の決定においても基本となる値である。

飽和交通流率は、道路条件や交通条件、周辺条件等の様々な要因が影響するため、原則として観測に基づき設定されるものであるが、実測が困難な場合には飽和交通流率の基本値に各種影響要因の補正率を乗じることによって算出することとされている。具体的には、信号交差点の新設や改良等を行う場合、その計画・設計においては基本値を用いることが少なくない。そのため、飽和交通流率の基本値は現在の交通実態を反映したものである必要がある。また、飽和交通流率は信号設計等にも用いられるが、設定した値が交通実態を反映していないと交通流が適切に処理されていない可能性も考えられる。

わが国における直進車線の飽和交通流率の基本値は、1970年に発行された「道路構造令の解説と運用」において1,800台/青1時間と設定された後、1984年に発行された「平面交差の計画と設計」において2,000pcu/青1時間に改められ、現在もこの値が使用されている。これには1970年代から1980年代にかけて観測された値に基づいて設定されている。これに対して近年、ドライバーの属性や走り方、さらには自動車の大きさや性能が変化しており、このような状況の中で飽和交通流率の基本値も変化していると考えられる。また、飽和交通流率を補正する際に用いられる補正率についても同じことが言える。しかしながら、わが国において飽和交通流率の基本値や補正率について見直しは行われていない。

そこで本研究では、わが国の飽和交通流率の算出における課題を整理したうえで、道路・交通条件が理想的な状況下における飽和交通流率の基本値に相当する値の変化について明らかにした。そして、その変化がなぜ生じているのかを、飽和交通流率の算出に用いる車尾時間を車間時間と占有時間とに分け、過去の同一地点での交通状態との比較等を通じて考察した。これにより、現在用いられている飽和交通流率の基本値の妥当性について検証した。さらに、飽和交通流率の変化がサイクル長や遅れ時間等の交差点の計画・設計に与える影響について分析することで、飽和交通流率の変化が交通社会に与えている影響を明らかにするとともに、これらを踏まえ、これからの道路計画・設計にあたって留意すべき点について考察した。

本論文は6章から構成されており、各章の内容は以下のとおりである。

「第1章 序論」では本研究の背景と目的を述べた。

「第2章 信号交差点の計画・設計と飽和交通流率に関わる文献整理と本研究の位置づけ」では、国内外の文献を用い、信号交差点の計画・設計とサービス水準の考え方、飽和交通流率の算出の考え方とその特徴について把握するとともに、これらに関わるわが国の課題を整理した。その結果、わが国で使用されている飽和交通流率の基本値、補正項目や補正率、補正方法については長年見直しがされていないものが多く、現在の交通実態にあわせた検討が必要であることを示した。特に基本値について観測事例を整理した結果、飽和交通流率の基本値に相当する値は過去と比べて低下している可能性を確認した。また、近年において飽和交通流率の基本値に相当する値の観測は報告されておらず、長年にわたって基本値の妥当性について検証されていない。これらを受けて本研究の位置づけを示した。

「第3章 信号交差点における飽和交通流率の観測結果とその特徴の分析」では、既存文献で観測された基本値相当の地点と同地点において飽和交通流率を観測し、過去と現在の飽和交通流率の観測値を比較した。その際、直進車線、左折車線、右折車線の各車線を対象とした。また、飽和交通流率の変動に寄与すると考えられる要因として軽自動車等の車両の大きさや、業務交通といった運転者属性に着目して飽和交通流率への影響を分析した。その結果、観測した全ての直進車線で飽和交通流率の低下がみられ、現在の基本値である2,000台/青1時間と比べると平均して15%程度の低下となっており、飽和交通流率の基本値が低下していることを明らかにした。右左折車線においても、直進車線と同

様に飽和交通流率は低下しており、基本値に相当する値は低下していることを示すことができた。さらに、車両の大きさや運転者属性別に飽和交通流率を算出しても、全てにおいて飽和交通流率が基本値を下回っていることを明らかにした。

飽和交通流率の低下は乗用車の車尾時間の増加を意味する。大型車を乗用車に換算する係数であるPCEは乗用車と大型車の車尾時間の比であるため、乗用車を対象に算出した飽和交通流率が低下することによりPCEも変化すると考えられる。そこで、現在のPCEの観測を行ったところ、観測を行った全ての地点でPCEは規定値の1.7を下回った。また、この原因を分析したところ、大型車の車尾時間の減少よりも乗用車の車尾時間の増加が寄与している可能性が高いことを明らかにした。さらに、現在の規定値は全ての交通条件の下で1つの値が使用されているが、大型車混入率、大型車の車長、セミトレーラ連結車の割合によってPCEは異なる傾向を示すことがわかった。そこで、これらによってPCEを設定する方法、さらに道路階層別に設定する方法を提案した。

「第4章 信号交差点の飽和交通流率を低下させているメカニズムに関する検討」では、前章で観測した全ての地点で飽和交通流率が低下していることを明らかにしたので、そのメカニズムについて分析した。まず、車尾時間を構成する車間時間と占有時間に着目し、車尾時間の増加とそれぞれの関係を分析した。その結果、占有時間と車尾時間の間に関係は見られず、車尾時間の増加には車間時間が大きく寄与していることがわかった。さらに、1988年と2019年に都内目白通り谷原交差点で撮影されたビデオデータを用いて、車間時間と占有時間の変化の分析に加え、速度や発進加速度等の観点から過去と現在の運転挙動を比較し、飽和交通流率を低下させているメカニズムを検証した。その結果、青開始時の発進加速度が低下し、発進するまでの時間が長くなり、信号待ちをしている際の停止位置が後退していることを明らかにした。これら安全志向の運転が全体的な車間時間の増加、すなわち車尾時間の増加につながり、飽和交通流率が低下していると判断された。さらに車間時間が増加する要因について統計資料やアンケート等を用いて分析したところ、車両性能や特性、運転者の属性や環境志向等が影響しているものとして挙げられ、今後も飽和交通流率の低下が懸念されることを指摘した。

「第5章 飽和交通流率の低下がもたらす交通社会への影響の検討」では、飽和交通流率の低下が交通社会にどのような影響を及ぼしているのか検討した。まず、飽和交通流率の低下により影響が及ぶと考えられる事象を体系的に整理し、その中で信号設計や交差点設計において重要な要件となる円滑性に着目して飽和交通流率の低下による影響を定量化した。その結果、飽和交通流率が低下することによりサイクル長を伸ばす必要があり、それに伴って交差点の幾何構造の設計にも影響を及ぼすことを指摘した。また、飽和交通流率の低下により遅れ時間が増加し、現在の基本値2,000台/青1時間を用いたサイクル長の設計で、実際にはそれよりも低い飽和交通流率で流れる場合には、2,000台/青1時間で捌ける場合よりも大きな遅れ時間が発生していること、さらには交通需要を捌ききれない状況が発生することを指摘した。さらに、交通シミュレーションにより単独交差点の過去と現在の交通状況を再現し、非飽和と過飽和の状態での遅れ時間を算出した。その結果、飽和交通流率が低下している現状においては過飽和になりやすく、過去と比べると過飽和の際の遅れ時間は非常に大きな値となることを検証した。

次に、交通シミュレーションを用いてネットワークにおける影響についても検討した。交通工学会が公表しているベンチマークデータセットである、吉祥寺・三鷹エリアを対象としてネットワークを構築し、信号交差点の飽和交通流率の値を過去と現在の発進加速度等の状況に合わせて設定した。その結果、飽和交通流率が低下することにより信号交差点での遅れ時間が増え、旅行時間が伸び、短い旅行距離でも非常に長い旅行時間となるトリップが発生していることがわかった。また、これに伴って旅行速度が低下する。そこで、ある目標旅行速度を達成しようとしたときの信号交差点密度と飽和交通流率の関係について分析したところ、飽和交通流率が低下するにつれて目標旅行速度を達成するには信号交差点密度を相当程度小さくする必要があることを確認した。

「第6章 結論」では、本研究の成果と今後の課題について整理し、本研究の結論とした。本研究の主張として、まず基本値の見直しの必要性を指摘した。さらに、飽和交通流率の低下や地点によるばらつきも明らかになったため、本研究の結果は現在の飽和交通流率算出の原則である「飽和交通流率を観測に基づき設定する」ということを裏付けるものとなった。一方で、飽和交通流率の低下に合わせた交差点設計の見直しも必要であることを指摘した。交差点設計の見直しの中では、交差点の需要率を下げるために需要を分散させること、現在の道路空間の中でも可能な限り交通容量の増加に努めることが重要であることを述べた。

最後に、飽和交通流率の低下に対しては交差点レベルでの対応だけでなく、交通需要をそれぞれのトリップ特性に応じて適切に配分させるために機能階層型の道路ネットワークの再編に努めることも必要であること、道路ネットワークの性能照査の中で飽和交通流率を正しく反映させていくことが重要であることを述べた。