

都市高速道路における入路流入調整へのファジィ制御の適用

○ 岐阜大学 学生員 瀧日 良治
岐阜大学 正会員 秋山 孝正
岐阜大学 正会員 奥嶋 政嗣

1. はじめに

近年の各種情報技術の進展に伴い、都市高速道路の交通制御方法は、流入交通量の高度な調整方法の適用が可能となってきた。また一方で、現実の交通制御の局面においては、理論的な演算結果に加えて、交通需要量など不確实现象を前提とした、経験的な実用的知識の導入が必要である。このため本研究では、流入調整方式の導入を前提として、都市高速道路において流入制御にファジィ制御を導入し、各推論方法の比較検討を行った。

2. 都市高速道路における交通制御と現状

都市高速道路において問題となっている渋滞対策として、交通制御は有効な方法である。都市高速道路においては、「均一料金制」が採用されているため、オンランプ部において交通制御を行う流入制御が行われている。本研究で取り上げる阪神高速道路では、交通の現状を踏まえ、基本方針として環状線の円滑な交通を確保することに重点をおき交通制御を行っている。そこで本研究においては、環状線の上流部である阪神高速道路堺線(11.9 km)を対象路線とする(図-1)。

3. ファジィ流入制御モデルの構築

3. 1 既存モデルと流入調整方式

既存研究において、ファジィ流入制御が提案されている。このモデルは、交通管制官の判断を記述することを目的としている。そこで、交通管制担当官の重要な制御決定要因となる渋滞長と5分間到着交通量を入力値として、制御レベルを出力する。そして、制御レベルに基づき開口ブース数の決定を行うモデルである。

最近の交通管制システムの高度化、ITSの進展などにより、より高度な流入方式が行えるようになってきた。そこで、オンランプブースはすべて開口し、制御率に応じてランプメタリングなどにより、リアルタイムに流入間隔を調整し流入交通量の調整を行う方法である、『流入調整方式』による流入制御が提案されている。

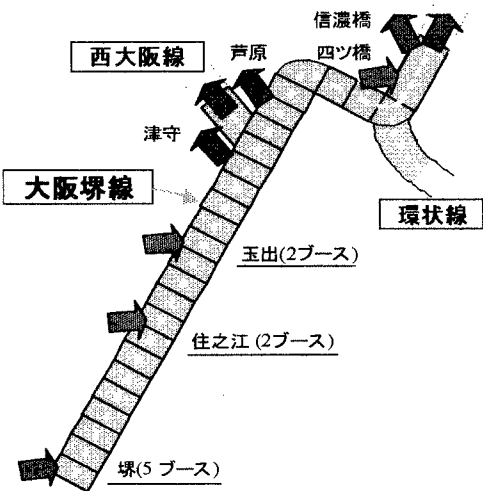


図-1 対象路線(阪神高速道路堺線)

3. 2 制御条件の設定

3. 2. 1 言語変数の設定

渋滞長・交通需要量は交通管制担当官にとり、制御パターンの決定過程において重要な判断材料となっている。また、渋滞変化量を用いることにより、動的変化を考慮に入れた制御を目標とした。一般街路への影響を考慮に入れるため、待ち行列台数も入力値とした。入力値に用いたメンバーシップ関数は、三角形分布とした。本研究においては、出力値に流入交通量を用いた。出力値である流入制御レベルにおいても入力値と同様に、三角形分布とした。ただし、流入交通量の範囲(127台～396台)において出力値が変動するよう、仮想的に very small、very large といったメンバーシップ関数を導入した。

3. 2. 2 ファジィ制御ルール群

本研究においては、ファジィ制御を用い既存研究において提案されているファジィ制御ルール群を参考として、本研究では、図-2のような新たなファジィ制御ルール群の提案を行った。

制御の決定においては、現在の交通状況が重要な要因となる。しかしながら、動的な変化を考慮に入れるためには渋滞変化量もまた重要な要因となる。そこで、R-1～R-15においては、渋滞変化量・渋滞長・交通需要量よりルールを定めた。また、一般街路への影響も考慮に入れるため待ち行列台数を用いることにより、R-16～R-22を定めた。

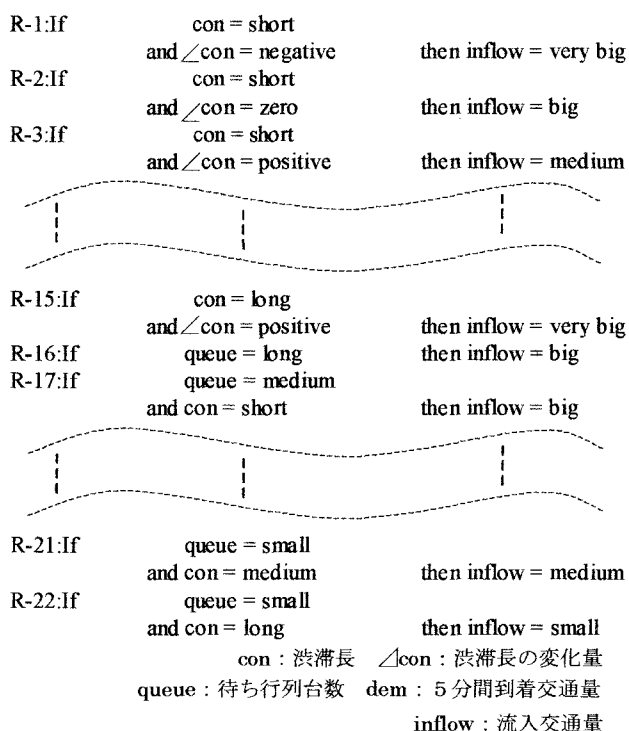


図-2 ファジィ制御ルール群

3. 2. 3 推論方法

ファジィ推論は各推論段階におけるファジィ集合演算や各種の確定法の組み合わせで構成される。構成部分ごとに分けると、制御規則の前件部、後件部におけるファジィ集合演算、各ルールをまとめる統合部でのファジィ演算、制御出力として確定値を求めるための非ファジィ化、となる。本研究では、3通りの推論方法、①Min-Max-Gravity法(MMG法) ②Product-Sum-Gravity法(PSG法) ③簡略ファジィ推論、の比較検討を行った。

3. 3 各推論方法の比較

阪神高速道路堺線を対象として、各ファジィ流入制御により現定される制御内容を評価するため、交通渋滞シミュレーションを利用する。このとき、ファジィ流入制御は実際の交通制御と同様に、5分ごとに意思決定を行い、流入交通量の決定を行った。また、各ファジィ制御に用いた、簡略ファジィ推論の後件部を除いたメンバーシップ関数は、同じものを使用した。各制御における、6:00~10:00における各種評価指標は表-1のようになった。表-1が示すように、PSG法は他のファジィ制御に比べ、流入交通量が多い。また、表-2に示した流入交通量の変動を見ると、滑らかな変動を示しており、現実な制御であるといえる。入路閉鎖ブース制限方式と比較すると、総渋滞量・総旅行時間において減少しており有効な制御方法であるといえる。また、簡略ファジィ推論では他の

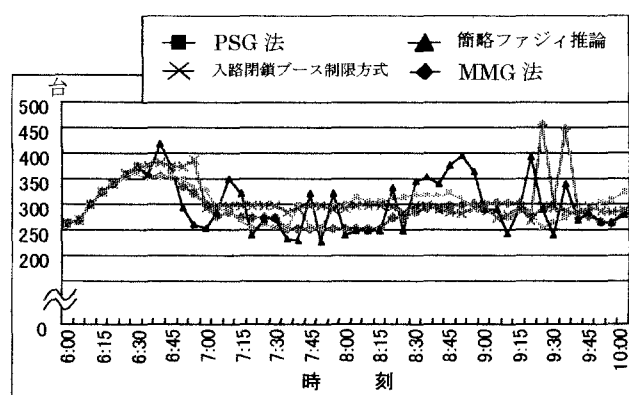
表-1 各制御評価指標

	MMG法	PSG法	簡略 ファジィ推論	入路閉鎖 ブース制限方式
総旅行時間(台・h)*	4401	4722	4691	5546
総旅行時間(台・h)*	3231	3799	3665	4726
総待ち時間(台・h)	543	487	464	481
総所要時間(台・h)	3774	4286	4129	5208
総走行台キロ(台・km)	133780	134948	134811	136036
平均速度(km/h)	49	44	45	36
平均旅行時間(min)	15	17	16	22
平均待ち時間(min)	3	3	3	3
平均所要時間(min)	18	20	19	25
総渋滞量(km・h)	4	9	7	20
流入交通量(台)	13821	13952	13855	14622
迂回交通量(台)	1157	820	1012	507
迂回交通走行時間(h)	627	436	562	338

* : 本線上総旅行時間+迂回交通走行時間

** : 本線上総旅行時間のみ

表-2 各制御における流入交通量の変化



2種類の推論方法と比較すると、ほとんど同じ結果を示した。しかしながら、簡略ファジィ推論を用いたときには、計算時間が他のファジィ制御に比べ大幅に減少した。

4. 今後の課題

①予防的な制御であるLP制御と事後的な制御であるファジィ制御を組み合わせたハイブリッドモデルの作成。②現モデルでは、一般街路への影響は迂回交通量の算出のみおこなっているため、一般街路への影響を考慮に入れたモデルの作成。

【参考文献】

- 1) 秋山孝正、佐佐木綱：ファジィ流入制御モデルを用いた交通制御方法の評価と検討、土木学会論文集、第413号/IV-12、pp.77-86、1990。
- 2) 井上博司、宇野巧：予見ファジィ制御理論を用いた都市高速道路の流入制御、土木計画学研究・講演集、No.21(1)、pp.419-422、1998.11月。
- 3) 土田貴義、横山剛士、秋山孝正：渋滞シミュレーションを用いた交通管理支援システムの構築、土木計画学研究・論文集、No.16、pp.879-886、1999。