

阪神高速道路松原線供用時交通管制の検討と検証

京都大学工学部 正員 佐佐木 綱
同上 正員 〇井 上 矩 え

1. はじめに

阪神高速道路を対象とした交通管制の研究は昭和40年頃より開始された。万国博覧会開催を契機として昭和44年に交通管制システムが運用を開始した。以来道路情報板・ラジオ放送を通じて利用者への情報提供による回誘導が主たる管制内容であった。しかしながら、年々交通需要が増加し、昭和54年頃には空港線、環線の自然渋滞が日常化してきた。また、昭和55年3月に松原線(11.2km)の供用開始が予定され、利用台数の一層の増加に伴う渋滞の深刻化が憂慮された。そこで関係者により入路閉鎖、ブース制限等も含めた交通管制方式の研究が行われることになった。本文では、この松原線開通時の交通管制に関連した、制御の理念・方式、交通需要・渋滞の予測と実証、制御効果の予測と実用化後の検証を考察する。

2. 交通管制の基本方針と制御方式

2.1 交通管制の基本方針

利用交通の特性、地域の道路網における役割、都心部の交通事情から制御の基本方針を次のように考えた。

まず①に、阪神高速道路大阪地区利用交通の約7割が環状線を利用するため、環状線渋滞の影響を受ける車の台数が多いこと、放射線下りに発生した渋滞であっても環状線に延伸する場合には、この放射線に関係のない交通であっても多くの車が渋滞に巻き込まれること、さらに渋滞が延伸環状線を一巡するようになれば解消させるのが容易でないと考えられることから、環状線の渋滞は阪神高速道路網の機能を著しく阻害するといえる。したがって、下り線からの渋滞延伸を強力防止し、環状線に円滑な交通を確保することが重要である。

②に、阪神高速道路の現在の道路網は「郊外と都心を結ぶ放射線」と「都心環状線」で構成されている。放射線は郊外を都心に直結することにより、都心機能の享受圏を拡大させ、郊外・都心両地域の発展を図る役割を果たすべきと考える。一方、環状線は郊外からの交通を都心の目的地直近に分散流出させ、また都心からの交通を発生地点直近で吸収することにより、都心部街路の交通負荷を軽減する役割を果たすべきと考える。したがって、都心を通過する郊外から郊外への交通の阪神高速道路利用を抑制し、これを外郭道路(郊外環状線)へ誘導して都心環状線と郊外環状線間で交通分担の適正化を図るべきである。

③に、都心の交通混雑の緩和を図るためには、都心へ流入する交通を抑制し、都心から流出する交通を円滑化することが必要である。しかし前者は都市活動に与える影響が大きいのと、まず後者の対策を先行すべきである。すなわち、阪神高速道路を利用し都心から流出する交通の円滑な流れを確保し、都心の交通混雑緩和に寄与すべきである。

2.2 制御方式

入路のブースごとに信号制御を実施流入量を調節する「入路信号方式」、入路のブースの一部または全部を閉鎖することにより流入量を調節する「入路閉鎖・ブース制限方式」、本線区間上で信号制御を実施下流区間への進行量を調節する「本線信号方式」、本線区間上の車線ごとに信号制御を実施下流区間の車線交通量を調節する「車線信号方式」、車線分離帯・出路閉鎖等により隣路区間の容量を向上させる「ウィービング制御」等が検討された。入路閉鎖・ブース制限方式以外は信号機の設置方法、運用方法、安全性問題等の課題が残っているため、さしあつた松原線開通時には、入路閉鎖・ブース制限方式による入路制御の実用化をめざすことになった。

るという観点から、表-1に示す制衡基準を作成した。後述の限界需要解析による効果的な制衡入路の探索、シミュレーションによる検討、入路閉鎖実験¹⁾等を経て制衡の候補入路を選定した。

制御の段階	制御基準	制御対象入路
オ1 段階制御	環状線に渋滞が延伸するとき	放射線下り及び環状線の入路の一部
オ2 "	" して放射 線に影響を与えるとき	上記入路に加え放射線上りの入路の一部

制衡方式の検討・評価のために、ラング間OD表、区間交通量、時間帯別ODパターン、時間帯別流入交通量を予測し、さらに細くはシミュレーション用に分単位、秒単位の流入交通量までブレイクダウンする必要がある。また、渋滞発生地点を予測し、渋滞の盛衰を予測することも必要である。

既存の「昭和49年近畿地区全域OD表（交通情勢調査）」と「昭和65年近畿地区全域OD表（幹線道路協議会予測値）」の線形内挿により、松原線開通時である昭和55年OD表を推計した。さらに、転換率式を組み込んだ分割配分法²⁾によりラニア間OD表を推計した。

図一 (a), (b) にラング間 OD 交通量予測値と調査値の相関図を示す。(a) の放射線(郊外)～環状線(都心)間交通と(b)の放射線上り～放射線下りなる環状線(都心)通過交通の間で、相関傾向に差はみられない。(a)内の放射線上り→環状線間交通と環状線→放射線下り間交通の間にも差はみられない。大阪都心機能を享受すると国道等代替平面道路の存在するトリップ(a)と、都心機能を無関係で外郭環状道路の整備が不十分で代替路に恵まれぬトリップ(b)とでは、阪神高速道路選好性が相違し、予測誤差の分布に反映されいかなったが、本図からは差はみられない。

3. 2 区間交通量

図-2 (a), (b)に区間交通量の予測値と調査値の相関図を示す。(a)の放射線区間では明確に出ているが、(b)の環状線区間では過少予測の傾向がは、まりと表われている。過少予測の理由としては、環状線内で最短で

オスは▲印を付した下り放射線の末端の出路である。前者は観測の時期には入路制御が実施されているがその条件を予測時に考慮に入れなかったため、後者は出路に接続する街路交差点よりの渋滞延伸によるもので、又と別様予測時に考慮しなかったためである。

3.5 渋滞の推移

ある特定の1日、昭和55年12月16日(火)を対象日に選定し、渋滞シミュレーションを行ない早朝から渋滞状況を刻々追跡し、阪神公団入路管理部の実測データと比較し、シミュレーションの適合性を検討した。結果の一別を図-4、図-5に示す。

シミュレーションと実測とは渋滞の判定基準が違う。前者は外部的に与えた交通密度へ速度特性により定まる限界密度で、後者は多数の観測値から作成された交通量-時間オキュパンスー図上のある領域として与えている。しかし、図-4、図-5によれば両者は、予測値と実測値は、非常によく一致していると思う。

本図以外の時刻も含めて一番問題になるのは、図-5にみえかたに現れているが、実測では環状線から上り放射線側へ渋滞が延伸するのに対し、シミュレーションでは環状線方向に延伸するという、上り線合流点での渋滞伝播方向の違いである。この点については、上り線交通、環状線交通の合流点における合流行動の関係に関する実証的な調査を積み重ねれば改善できよう。しかしながら、環状線について渋滞延伸時間を比較すると、実測の76 km・時間に対し、シミュレーションは84 km・時間(8~18時の10時間)とあまり違わない。モデルのクセに留意すれば、制御の評価に十分使用できよう。

4. 制御効果の予測

予測される平日平均の流入需要に対して、オ1段階制御(環状線2入路、下り線4入路をそれぞれ6時間閉鎖する)のシミュレーションを行ったところ、表-3に示すように、無制御の場合に比較して(ケースNo. A-0とA-1の比較)、渋滞に巻き込まれる台数で43%減、ランプ間平均旅行時間で23%減という相違値を得る。また利用台数も無制御時より増加している。この回行動は渋滞長、閉鎖時間等に対する回意識調査のデータに基づきシミュレートしている。

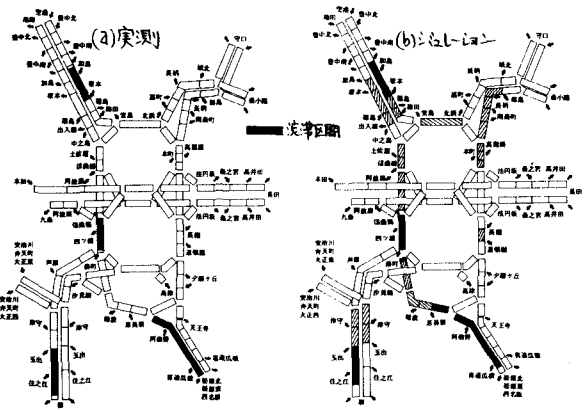


図-4 シミュレーションによる渋滞予測と実測の比較(午前9時)

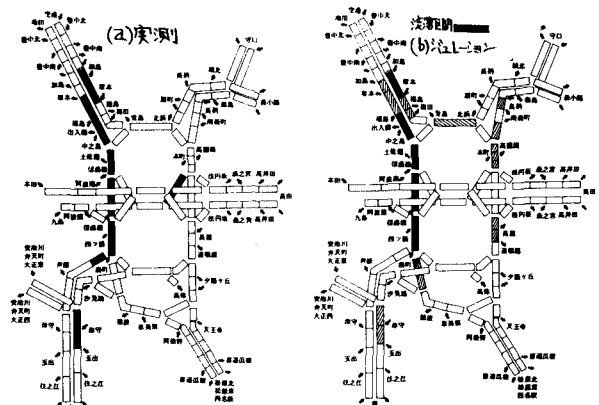


図-5 シミュレーションによる渋滞予測と実測の比較(午後3時)

表-3 松原線開通時にかけり制御効果(シミュレーション)

ケースNo.	前提条件		1日の利用台数	渋滞に巻き込まれる台数	ランプ間平均旅行時間
	流入需要	制御方式			
A-0	平日平均	無制御	404,528	205,981	81.0分
A-1	〃	第1段階制御	414,079	118,366	23.8
B-1	平日平均の5%増	〃	423,430	180,200	29.6
B-2	〃	第2段階制御	420,557	131,541	20.3

①1日の総流入需要量は 420,713台(平日平均)

②渋滞に巻き込まれる台数、ランプ間平均旅行時間は6~21時の計算値(平均)

流入需要が5%増加しても、同表のケースB-1、B-2に示すように、第1段階制衡のままでは渋滞はケースA-0と同程度にシビアだが、第2段階制衡(第1段階制衡の入路閉鎖に加え、上り線の10入路を閉鎖もしくは7-ス制限する)を行えば、ケースA-1と同程度にまで大抵は改善される。

流入需要量のあまかな変動に対しても制衡も敏感に変化させねばならぬことになる。したがって、時刻を固定して毎日同一の制衡を実施する固定制衡方式よりも、当日の交通状況に応じて候補入路の中から制衡入路を選択する随時制衡方式を採用すべきであろう。

また、シミュレーションによる交通状態の予測値と、交通事故別事故原単位により、制衡実施に伴う交通事故件数変化も推定したところ、第1段階制衡に対し、単独事故は約13%増加するが、相互事故が約22%減少し(車両相互事故の占める比率は10.3%減)、差し合計で約13%減少するだろうという結果を得た。

5. 昭和55年度制衡実施状況と制衡効果の推定

5.1 制衡実施状況

表-4に昭和55年度中の状況を示す。既に第2段階制衡も頻繁に行われているようで、上り線の入路の7-ス制限に大まかに制衡が入ってきている。

5.2 制衡効果の推定

阪神高速道路公団の報告によれば、制衡導入前である昭和54年度と導入後の55年度を比較して、利用台数が9%増加したことにより自然渋滞の発生回数が10%、延べ渋滞長が11%増加したが、延べ渋滞時間と平均渋滞長はいずれも1%増にとどまり、平均渋滞時間は8%減少、事故件数も13%減少した、とされている。

また、同公団資料によれば、車両相互事故の全事故に占める比率は、昭和50年度より年々増加してきてが、昭和55年度に5年振りに減少(9.4%減)したとされており、上述シミュレーションによる予測値10.3%減とよく一致している。

阪神公団の寺田・松尾⁶⁾は制衡導入前後約半年間にあたり「月平均日利用台数」と「その月の自然渋滞発生回数あるいはその月の延滞時間」の関係を調べ、導入前には利用台数の増加に対し渋滞回数(図-6)、時間が1つの曲線にきれいに回帰して増加していくが、導入後はどの月もこの曲線の延長上(無制衡時の推定値)より相当下まわった値となっていることに注目し、その理由を制衡効果の結果であると述べている。

渋滞回数、渋滞時間による評価の問題点は、利用台数が増加すれば渋滞がネットワーク上あちこちらに多発するようになるが、ある限度を越えたと規模の大きい渋滞が小さいものを被覆してしまうので、図表、延滞時間が逆に減少する場合がでてくることである。現状では他の道路を被覆する現象があまり見られないので問題はないが将来は問題になろう。そこでこれに代る別の指標として時間へ定常平均上の渋滞領域の面積(km・時)を考えてみよう。表-5に結果を示す。ただし、渋滞の刻々の軌跡は入手困難なもので、記録された個々の渋滞路段ごとの平均渋滞時間、最大渋滞長(10%半量を平均渋滞量と仮定)、月発生回数から個別に渋滞の量を求め、集計す

表-4 月平均入路制衡実施状況(昭和55年度)

方式 路線	入路閉鎖		7-ス制限	
	延回数	延滞時間	延回数	延滞時間
環状線	17.3 ⁽⁴⁾	16.4 ⁽⁴⁾	293.8 ⁽⁴⁾	560.5 ⁽⁴⁾
放射線下り	53.6	81.1	53.0	76.2
“ 上り	2.6	1.7	244.3	333.3
合計	73.6	99.2	591.1	970.0

1) 阪神高速道路公団資料より作成

2) 自然渋滞に対する制衡についての数値

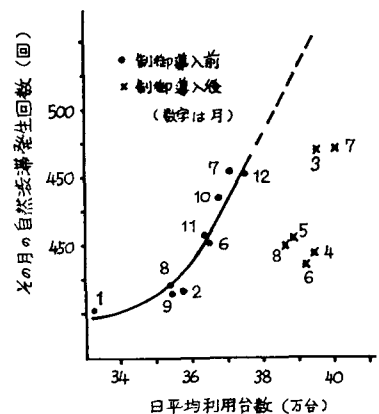


図-6 利用台数と渋滞発生

るという方法をとった。

同表によれば環状線、下り線（端未出路よりの渋滞を除く）で渋滞の量が減少しており、実施されている制御方式は、環状線に収収して外部へ向う交通の円滑の確保を最重視するという前述の基本方針によく適合しているといえよう。下り（端未出城）の項は表一の▲点からの渋滞で、今更に重視してこなか、たか再検討を要しよう。

表一 渋滞量(km時)による評価

渋滞の発生・存在路線	導入前 (54/10)	導入後 (55/10)
環状線閉鎖	967	902
放射線下り(下り)	35	0
" " (上り)	0	72
" 上り	1034	1014

1) 阪神高速道路公団資料より作成

2) 平日26日についての計算値

6. おまけ

流入制御実施後1年間の資料によれば、事前に検討した需要、渋滞、制御の効果の推定方法等多くの手法がますますの適合性を示している。しかし不満足な点も多々あり、今後さらに改良を加えていきたい。

最後であるが、本研究は米谷栄二先生を委員長とする阪神高速道路渋滞対策委員会での検討、調査資料に負うところが大きい。感謝の意を述べておきたい。

参考文献等

- 1) 阪神高速道路公団：流入制御実施に伴う交通実態調査報告書、昭和54年11月
- 2) " , 交通工学研究会：交通量推計計算システム化の研究委託業務報告書、昭和54年3月
- 3) " : 第15回 阪神高速道路起終点調査報告書、昭和55年9月
- 4) 佐佐木, 井上：流入制御の渋滞防止効果の上昇, 第13回日本道路会議指定課題論文集, 昭和54年
- 5) 阪神高速道路公団：阪神高速道路の交通渋滞対策, 昭和56年3月
- 6) K. Terada: Traffic Control Strategies for the Hanshin Expressway Network, IXth IRF World Meeting, Urban Transportation, T56, June, 1981