

流入制御の限界需要についての解析

京都大学工学部 正員 井上 矩之
神戸市 正員 O橋田 之宏

1 まえがき

都市高速道路の自然渋滞対策の主軸として、待ち行列長制約付き流入制御が提案されている。自然渋滞は、道路の交通容量と流入交通需要量のアンバランスから発生する。この交通需要量を特徴づけるO.Dパターンは、時々刻々変化するが、マクロにながめると朝の通勤ラッシュの時間帯、昼の業務交通が卓越する時間帯、夕方の帰宅交通が卓越する時間帯、および夜間・早朝というように4大別できる。O.Dパターンが、このように著しく異なれば自然渋滞の発生特性が相違し、流入制御の効果・実用性もまた大きく相違するであろう。したがって、種々のO.Dパターンに対して流入制御の限界需要量を適確に把握しておくことが、制御の評価にあたって必要となる。そこで昭和55年松原線開通時における阪神高速道路の、各時間帯毎の予測O.Dパターンに対する流入制御の限界需要量(不必要限界, 可能限界)を以下に述べる方法を用いて解析した。

2 解析方法

不必要限界は、流入制御を必要としない限界の総流入需要量のこと、自然渋滞発生ネットワークとなる区間を知る上で重要である。不必要限界は次の方法を用いて算出する。総流入需要量 T_h^d に対する区間 h の交通量 Y_h は次式で表わされる。

$$Y_h^d = T_h^d \sum_{i=1}^m u_i \cdot Q_{ih} \quad u_i: \text{単位総流入需要量に対するオンランプの流入需要量}$$

$$= T_h^d \cdot y_h \quad Q_{ih}: \text{影響係数} \quad y_h: \text{単位区間交通量}$$

これより区間 h の交通量が、区間容量 C_h 一杯となる総流入需要量 T_h^d は次式で与えられる。

$$T_h^d = C_h / y_h \quad \therefore Y_h^d = T_h^d \cdot y_h = C_h$$

不必要限界としては、全区間にわたって区間交通量が区間容量以下であることが必要であるから、 T_h^d の最小値が不必要限界 T_h^{d*} となる。

可能限界は、待ち行列長制約付き流入制御により自然渋滞発生を予防できる限界の総流入需要量のことである。可能限界の算出方法は次の通りである。許容待ち台数 L_k により区間 h に対して貯留し得ると考えられる台数は $\sum_{i=1}^m L_i \cdot Q_{ih}$ で与えられる。このことは許容待ち台数により区間 h の容量が、この分増加したものと考えられる。(この増加分を待ち行列による換算容量 AC_h とする。) この換算容量を区間容量に加えた容量に対して、前述の不必要限界算出と同様の方法を適用することにより、可能限界 T_h^d が求まる。

$$T_h^d = \min \{ (C_h + AC_h) / y_h \}$$

尚この場合、流入需要が少なく $T_h^d \cdot u_k < L_k$ となるオンランプでは、許容待ち台数全てを有効に換算容量とは成し得ない。したがって、所与の許容待ち台数 L_k を $L_k = T_h^d \cdot u_k$ なる有効許容待ち台数に修正した後、改めて可能限界を算出しなければならない。また一般に N 回目まで制御可能(制御可能時間 $15分 \times N$)な限界総流入需要量は、 N 回分の換算容量が $\sum_{i=1}^m L_i \cdot Q_{ih}$ であることより、1回あたりの換算容量を $AC_h = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^m L_i \cdot Q_{ih}$ として

$N=1$ の場合と同様に求めることができる。

3 解析結果

「まえがき」で述べた各ODパターンごとの限界需要の特徴について考察する。

ODパターン(1)については、交通需要が都心に集中する為、ネットワークの有効利用が行なわれておらず、不必要限界は、他のODパターン(2)や(3)と比べても小さいものとなっている。またこの場合、不必要限界を与えるネック区間は、堺線上りの「堺」・「住之江」・「玉出」のオンランプが連続した後の区間となっており、その為、流入制御による効果もあまり期待できず、可能限界は他のODパターンと比較しても著しく小さいことがわかる。

ODパターン(2)については、業務交通が卓越する為、ネットワークも比較的有効に活用されており、不必要限界は全ODパターン中最大である。またこの場合のネック区間は、大阪空港線下りの「中之島」・「福島」のオンランプが連続した直後の区間である為、この区間に対して制御効果を持つオンランプ数も多く、可能限界はODパターン(1)に比較して大きいものとなっている。

ODパターン(3)については、帰宅交通が卓越している為、ODパターン(1)と同様、不必要限界そのものはODパターン(2)に比べて小さいが、ネックとなる区間が、堺線下りの「津牟」オンランプの後の区間である為、ODパターン(2)と同様に流入制御による効果が大きく、可能限界は全パターン中最大である。

ODパターン(4)に関しては、流入需要量が不必要限界をはるかに下回る為、実際上問題はないものとして考察を省略する。

4 あとがき

ODパターン(2)、ならびにODパターン(3)に関しては、流入制御が非常に効果的であることがわかった。しかしながら、ODパターン(1)に関しては堺線、守口線の各放射路線上りにネック区間が生じる為、流入制御による渋滞予防の効果があまり望めないことがわかった。そこでネック区間の換算容量を増加させることによる流入制御効果の増大を図ったが、許容待ち行列長の増大による方法では流入制御効果の増大はあまり望めないことがわかった。次に「放射路線上り路線の渋滞防止をみるめる方法」、「放射路線上り最上流区間に貯留する方法」、「福島オンランプに固定的閉鎖時間帯を設定する方法」、およびこれらの組合せによる制御効果の予測を行なったが、詳細は講演時に報告するものとする。

