

名古屋鉄道 正員 有田 哲郎
神戸大学工学部 正員 森津 秀夫

1. はじめに

ここで扱うバス運行計画は、バス運行回数、運行時刻、乗務員の勤務スケジュールを決めるものである。従来の方法は、これらを段階的に決めてゆくものであった。そして運行計画の中でもっとも困難な作業である乗務員の勤務の決定には、これもバスダイヤの組み合わせ問題として扱い、探索木を用いて解を求める方法がある¹⁾。しかし、この方法ではバスの運行時刻を固定しているために勤務に組み込まないものが残るという欠点があった。そこで、ここではバスの運行時刻と乗務員の勤務スケジュールを同時に決めることにより、実行可能な運行計画を求める方法を示す。

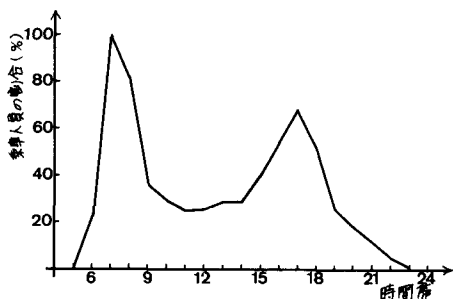


図-1 乗車人員の時間的变化

2. バス運行計画作成方法の概要

運行計画作成の基本的な考え方は、その時刻においてもっとも需要の大きい路線を運行するように乗務員の勤務を決めてゆくというものである。すなわち、ある時刻における各路線に対する需要を求め、需要が一定値以上ある路線を候補路線とする。そして、勤務条件から運行可能なバスがあれば、候補路線の中で需要が最大の路線に割り当てる。この操作を朝の始発時から始め、時間を進めてゆき、終着時刻まで行えば、バスの運行時刻とともにすべての乗務員の勤務スケジュールも決まる。このように、この方法は最適化手法を中心としたものではなく、シミュレーション的な方法である。

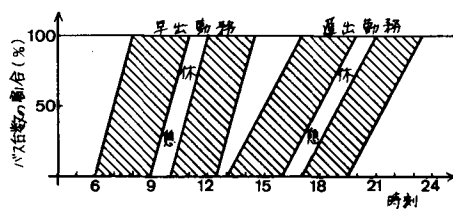


図-2 普通勤務

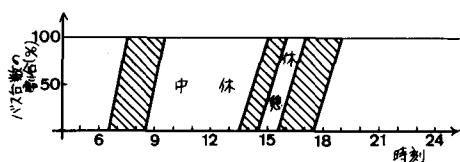


図-3 中休勤務

この方法の特徴は勤務スケジュールの決定を優先させていることである。そのため、乗務員数あるいはバス台数と勤務形態を決めれば、それに応じた運行計画が作成できる。

3. 需要の時間的变化に応じたバス台数の調整

バスの乗客数は一般に朝夕にピークを持ち、図-1のような時間的变化を示すことが知られている。それぞれの時刻に運行するバス台数は、この需要の変化に応じたものでなければならない。バスが少なければ、乗客の待ち時間が長くなり、バスが多すぎれば非効率的な勤務スケジュールができてしまう。そこで、各時刻に運行可能

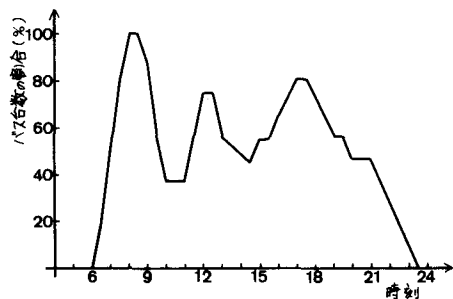


図-4 バス台数の時間的变化

なバス台数をバスの出庫時刻で調整する。ここではバスの動きと乗務員の動きを一体化しているが、乗務員の勤務形態には、早出勤務と遅出勤務からなる普通勤務と中休勤務がある。いま勤務を模式的に表わし、その出庫時刻を図-2,3のようにずらせば、各時刻に運行可能なバス台数は図-4のようにになる。この例では普通勤務と中休勤務の比を3:1としている。図-4のバス台数の変化は図-1の乗客数の変化のパターンに似ており、出庫時刻の調整でバス台数を必要の時間的変化に合わせられることを示している。

4. 配車の決定方法

バスを割り当てる路線は需要が一定値以上になっている路線である。路線に対する需要は、その時刻に起点を出発したとき、バスに乗る乗客の総所要時間で表わすことにする。ただし、各乗客の所要時間には停留所間の最短所要時間を用いるものとする。式で表わせば、時刻 t における路線 k に対する需要 $Q_k(t)$ は次のようになる。

$$Q_k(t) = \sum_i \sum_f \delta_{if}^k g_{if} (t + t_{ik}^k - t_{if}^0) d_{if}$$

ここに、 δ_{if}^k は停留所 i, f 間で路線 k を使うことができるとき1、そうでないとき0とする。 g_{if} は i, f 間の単位時間の乗客発生数、 t_{ik}^k は路線 k の起点から i までの所要時間、 t_{if}^0 は i, f 間で使用可能な路線のバスが最後に i を通過した時刻、 d_{if} は i, f 間の最短所要時間である。また $t + t_{ik}^k < t_{if}^0$ のときは、 i, f 間の需要はないものとみなす。

割り当てることのできるバスが何台があるならば、全体としてむだな回送が減り効率的なバスの運行になり、乗客の待ち時間を減らせるようにバスを選ぶ必要はない。最適な路線とバスの組み合わせを決めることは実際上不可能なので、これらのふたつの条件を考慮し、需要の多い路線から順に次のようにバスを選ぶことにする。

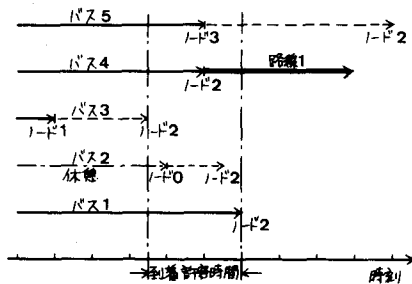


図-5 バスの選択

- ① 路線の起点にもっとも早く到着できるバスを調べ、その到着時刻を求める。
 - ② ①の到着時刻から一定時間内に路線の起点に到着できるバスの中で、回送時間が最短のバスを選ぶ。
 - ③ ②の条件にあてはまるバスが複数あるときは、その中で路線の起点にもっとも早く到着するバスを選ぶ。
- たとえば図-5で5台のバスがすべて勤務条件を満たすとき、ノード2を起点とする路線1にはバス4を割り当てることになる。

5. おわりに

ここではシミュレーション的な方法を用いたバス運行計画の作成方法について述べた。ケーススタディを行った結果では、妥当な運行計画が得られた。路線に対する需要の判定法と配車の決定方法については、効率的な運行を図るためになお改良の余地があるであろう。さらに、この方法は容易にデマンド運行を行うバスシステムに応用することができ、新しいバス輸送システムの開発に役立つであろう。

参考文献

- 1) 枝村俊郎・森津秀夫・山岸国夫：バス乗務員の勤務スケジュール決定システム，第34回年次学術講演会講演概要集，第4部，PP. 21~22，昭和54年10月